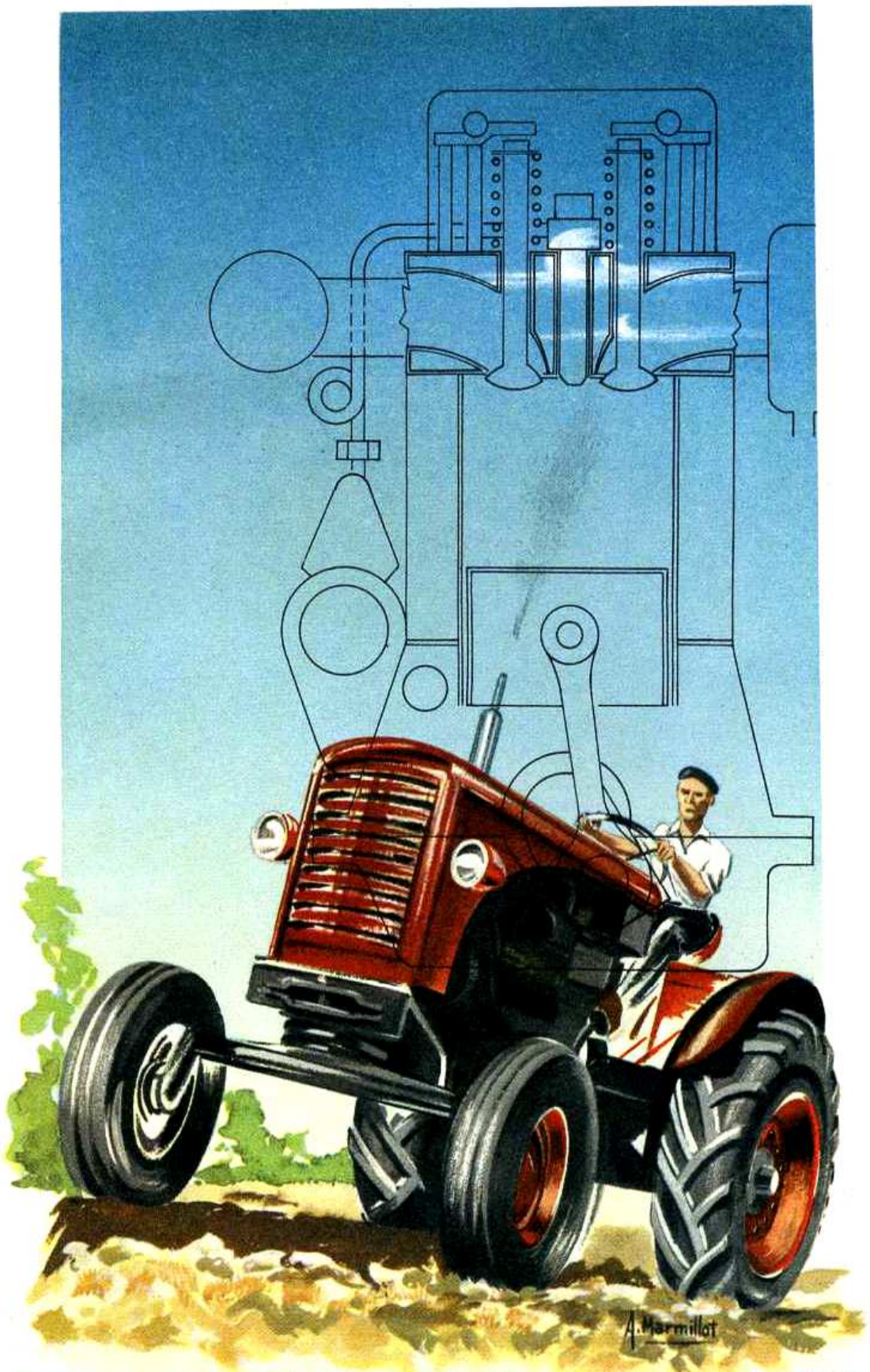


LE TRACTEUR AGRICOLE

MOTEURS ET CARBURANTS

LE TRACTEUR AGRICOLE

MOTEURS ET CARBURANTS

SOMMAIRE

PREMIÈRE PARTIE

MOTEURS A EXPLOSION

			PAGES
CHAPITRE	I.	— *Le fonctionnement du moteur*	5
»	II.	— *L'alimentation en carburant*	10
»	III.	— *Le système d'allumage*	13
»	IV.	— *Les carburants : l'essence*	18
»	V.	— *Les carburants : le pétrole*	22

DEUXIÈME PARTIE

MOTEURS A COMBUSTION INTERNE

»	I.	— *Le moteur Diesel*	27
»	II.	— *Les moteurs semi-Diesel*	31
»	III.	— *Les combustibles*	33

TROISIÈME PARTIE

ÉQUIPEMENTS

»	I.	— *Les soupapes*	41
»	II.	— *Le filtre à air*	44
»	III.	— *Le circuit de refroidissement*	48
»	IV.	— *La transmission*	52

Le service Public-Relations de SHELL BERRE, *42, rue Washington, Paris-8e Tél. : ELY. 90-10, est à la disposition des lecteurs de cette brochure qui souhaiteraient obtenir d'autres renseignements ou une documentation plus complète sur les sujets traités dans cet ouvrage ou sur l'industrie du pétrole en général.*

PREMIÈRE PARTIE

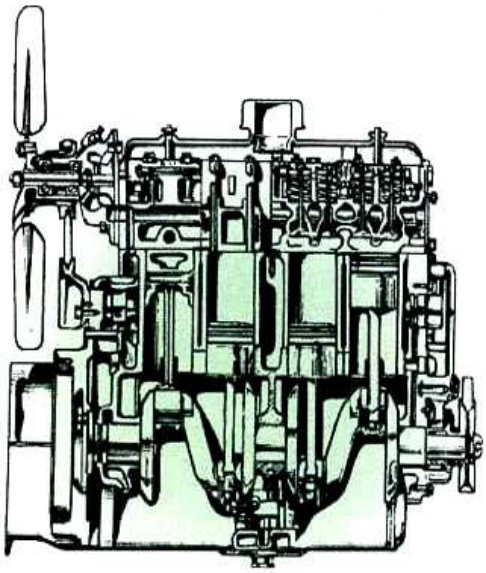
MOTEURS A EXPLOSION

CHAPITRE I

Le fonctionnement du moteur

Qu'est-ce qu'un moteur ?

Un moteur est un appareil destiné à transformer de la chaleur en énergie mécanique. Le mélange d'air et de carburant en s'enflammant pousse le piston, exactement comme le fait la poudre qui, en brûlant, projette la balle hors du fusil. On a transformé ainsi de l'énergie calorifique (mélange enflammé d'air et de carburant) en énergie mécanique (déplacement du piston).



Coupe d'un moteur 4 cylindres.

Où peut-on réaliser cette transformation d'énergie ?

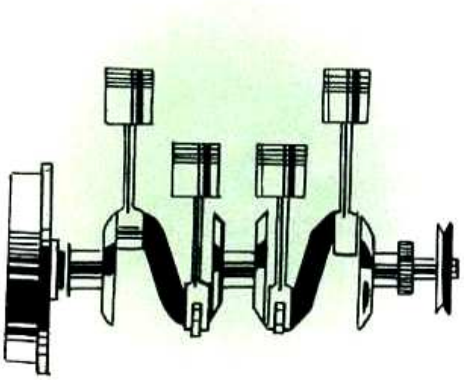
Cette transformation d'énergie a lieu dans l'ensemble « culasse-cylindre » se composant :

— D'un CYLINDRE qui peut être soit en fonte, soit en acier et dont l'intérieur est usiné à un diamètre nettement déterminé, appelé « *alésage* »; le cylindre porte le nom de « chemise » lorsqu'il est amovible.

— et d'une CULASSE, en fonte ou plus généralement en alliage léger qui ferme à l'une des extrémités le cylindre.

C'est à l'intérieur de cet ensemble « culasse-cylindre » que brûlent les gaz qui poussent le PISTON, ce dernier se déplaçant dans le cylindre, sur une longueur minutieusement calculée appelée « *course* ».

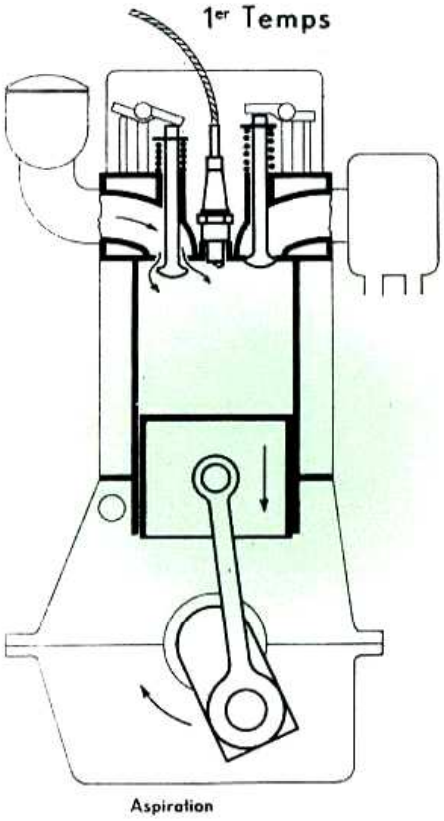
Le piston ne peut faire qu'un mouvement de va-et-vient à l'intérieur du cylindre, exactement comme dans une pompe de bicyclette. Ce mouvement de va-et-vient est transformé en mouvement de rotation au moyen de la BIELLE et du VILEBREQUIN.



Ensemble volant, vilebrequin, bielles et pistons.

Pour permettre au mélange d'air et d'essence d'entrer dans le cylindre, il a été pratiqué dans la culasse un orifice dont la fermeture est assurée par une SOUPAPE. Pour permettre la sortie des gaz brûlés, il existe un deuxième orifice également fermé par une soupape. La première s'appelle « SOUPAPE D'ADMISSION » et la deuxième « SOUPAPE D'ÉCHAPPEMENT ».

Ainsi, l'ouverture de la soupape d'admission permet au mélange d'air et d'essence d'entrer dans le cylindre. Lorsque ce mélange est enflammé, il pousse le piston

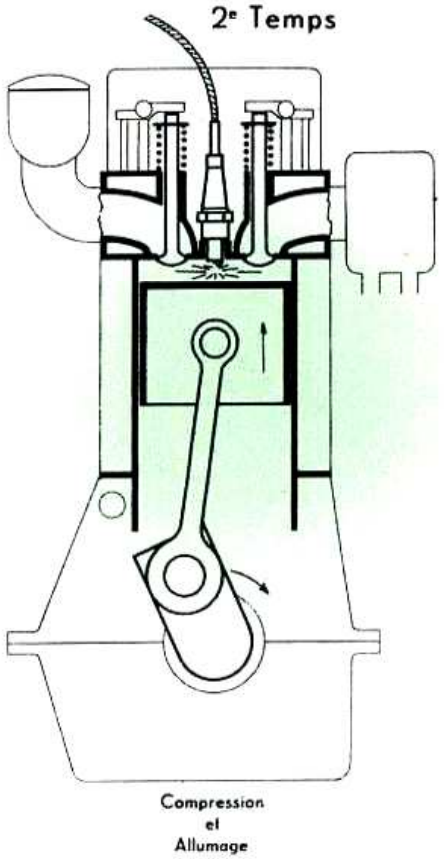


qui entraîne la bielle et fait tourner le vilebrequin, puis la soupape d'échappement se soulève à son tour pour libérer les gaz brûlés.

Dans un moteur, il y a rarement un seul cylindre. Les moteurs à essence des tracteurs en possèdent généralement quatre et les pistons se déplacent deux par deux. Pendant que les deux pistons situés aux extrémités du moteur descendent, les deux autres au milieu montent, et vice versa.

Ces mouvements de va-et-vient des pistons transmettent des à-coups au vilebrequin; pour éviter ce fonctionnement saccadé, une extrémité du moteur est pourvue d'un VOLANT, dont le but est de permettre au moteur de tourner d'une façon bien régulière.

Que se passe-t-il dans le cylindre pendant la marche du moteur ?

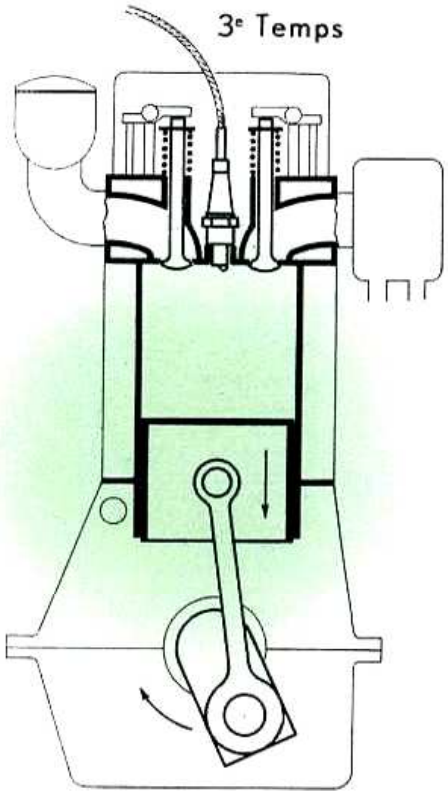


L'air, avant d'entrer dans le moteur, passe par le CARBURATEUR, entraînant ainsi une certaine quantité d'essence.

La soupape d'admission est levée et le piston, en descendant, aspire le mélange d'air et d'essence jusqu'au moment où il atteint le bas de sa course; la soupape d'admission se ferme alors. C'est le premier temps ou ADMISSION.

Le cylindre est à ce moment rempli du mélange « air-essence » et les deux soupapes sont fermées. Le piston remonte et comprime le mélange. C'est le deuxième temps ou COMPRESSION.

Lorsque le piston est près d'arriver au haut de sa course, au « *point mort haut* » une étincelle jaillit à la



Détente

BOUGIE et enflamme le mélange. Pendant le temps où les gaz commencent à prendre feu, le piston est arrivé au point mort haut et il reçoit alors la très forte poussée des gaz enflammés. Il redescend en forçant le vilebrequin à tourner. C'est cette descente du piston qui constitue le temps moteur. C'est le troisième temps ou DÉTENTE.

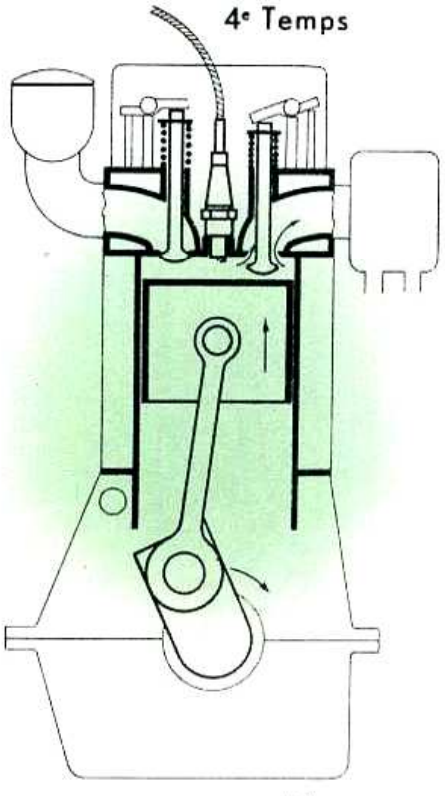
Lorsque le piston arrive au bas de sa course, au « *point mort bas* », la soupape d'échappement s'ouvre et le piston en remontant, chasse les gaz brûlés vers l'extérieur. C'est le quatrième temps ou ÉCHAPPEMENT.

Les choses semblent simples ainsi, mais les efforts mécaniques auxquels sont soumises les pièces, sont très grands. Pour en donner une idée : dans un moteur tournant à 1.500 tours minute, le piston se déplace à une très grande vitesse qui est de l'ordre de 7 mètres/seconde, et cependant s'arrête 3.000 fois par minute, au point mort haut et au point mort bas. En outre sont nécessaires 3.000 étincelles par minute et 6.000 levées de soupapes.

Les moteurs à essence, comme les moteurs Diesel, sont des engins remarquables, mais pour qu'ils fonctionnent convenablement, il n'est qu'une méthode : bien les entretenir et les conduire d'une façon correcte.

Un tracteur est comme un animal de ferme, il demande des soins mais avec cette différence, qu'un animal de ferme peut se soigner lui-même bien souvent, la nature venant à son secours, tandis que c'est au propriétaire de maintenir son tracteur en bon état.

Avant d'en terminer avec les généralités, disons un mot sur ce qu'il est convenu d'appeler « *taux de compression* ».

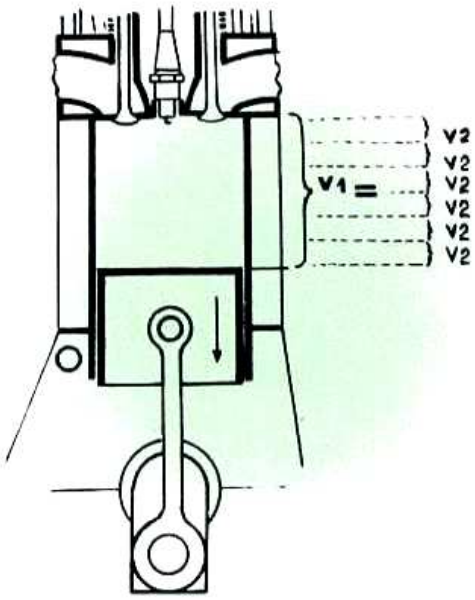


Echappement

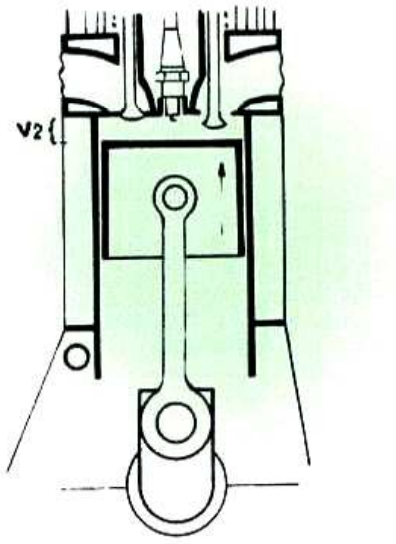
C'est le rapport entre le volume situé au-dessus du piston lorsque ce dernier est au point mort bas et le volume restant lorsqu'il est au point mort haut. La valeur est donc uniquement représentée par un chiffre sans indication d'unité. Il faut dire : un taux de 6 par exemple, et non pas de 6 kg., ce qui ne correspondrait à rien.

Cette notion du taux de compression est très importante ; d'elle dépend en grande partie le rendement du moteur. Plus le taux de compression est élevé, plus le moteur est poussé, d'où cette conclusion que pour une même puissance la consommation de carburant sera plus faible.

Pour les tracteurs à pétrole, il est de l'ordre de 4 à 5. Pour les tracteurs à essence, il est compris entre 5 et 7. Pour les voitures automobiles les plus modernes, il peut atteindre 8.

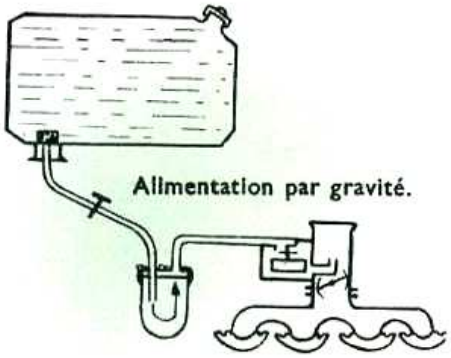


$\frac{V.\,1}{V.\,2} = 6$ = taux de compression.



CHAPITRE II

L'alimentation en carburant



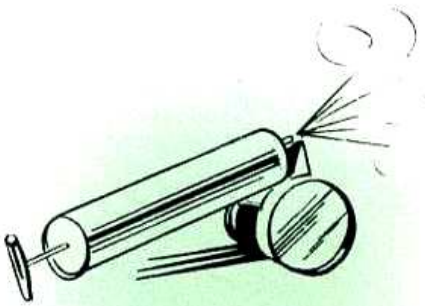
Alimentation par gravité.

Sur un tracteur, l'alimentation se fait généralement par gravité : le réservoir étant situé au-dessus du moteur, le carburant s'écoule par son propre poids vers le carburateur.

Un robinet ouvre ou ferme l'arrivée du carburant.

La partie principale de l'alimentation est le CARBURATEUR.

Quel est son rôle ? Il doit assurer le mélange et le dosage corrects de



...comme un vaporisateur ménager...

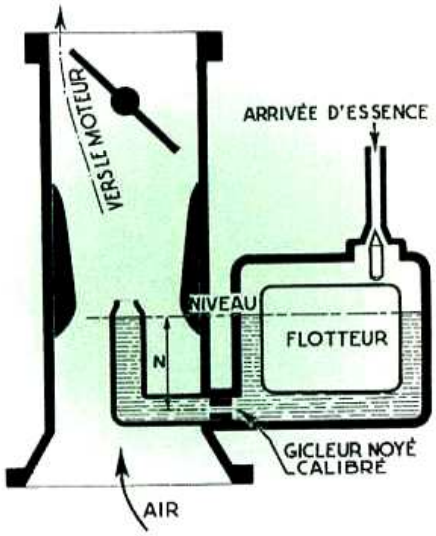
l'air et de l'essence. En effet, pour que celle-ci brûle bien et donne toute la puissance nécessaire, il lui faut une quantité déterminée d'air. Le mélange théoriquement correct est de 1 gr. d'essence pour 15 gr. d'air. En pratique, les carburateurs sont réglés pour donner sensiblement ce rapport, en concordance avec les types de moteurs utilisés.

Si, pour une raison quelconque il arrive trop d'air et insuffisamment d'essence : le mélange sera PAUVRE. Cela entraînera une perte de puissance, avec, parfois, des ratés d'allumage, échauffement du moteur avec risque de griller les soupapes, et de mauvais départs.

Par contre, s'il arrive trop d'essence et insuffisamment d'air, le mélange sera RICHE. Cela entraînera une consommation excessive sans gain de puissance, l'encrassement du moteur, risque de dilution de l'huile de graissage, et des fumées à l'échappement.

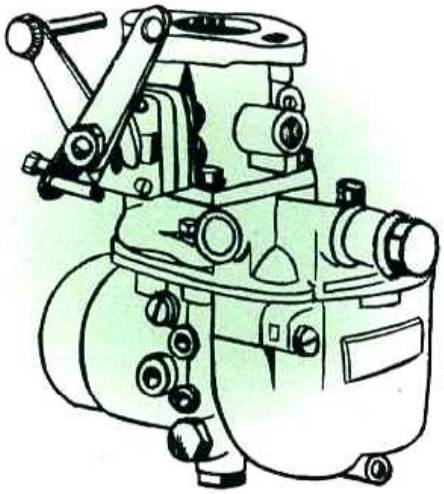
Comment le carburateur assure-t-il le dosage correct ?

L'air, passant dans le VENTURI ou BUSE, entraîne l'essence dont le débit est réglé par un GICLEUR, exactement comme dans le cas d'un vaporisateur ménager.



Pour que le gicleur fonctionne normalement, le niveau d'essence doit être toujours le même. Ceci est obtenu par une cuve à niveau constant, dans laquelle un flotteur ouvre ou ferme, au moyen d'un pointeau, l'arrivée d'essence suivant que le niveau est trop bas ou qu'il est normal.

Si le niveau d'essence est trop haut, l'essence déborde par le gicleur et tombe en pure perte. Si le niveau d'essence



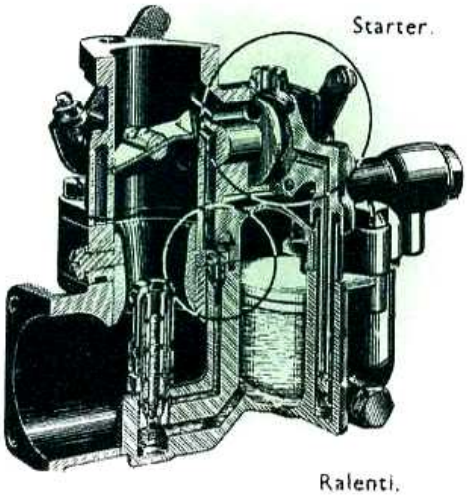
Type de carburateur.

est trop bas, il faudra une aspiration plus grande et l'on risquera d'obtenir un mélange pauvre.

Naturellement, nous exposons là des données schématiques; pratiquement, le carburateur n'est pas réalisé d'une façon aussi simple.

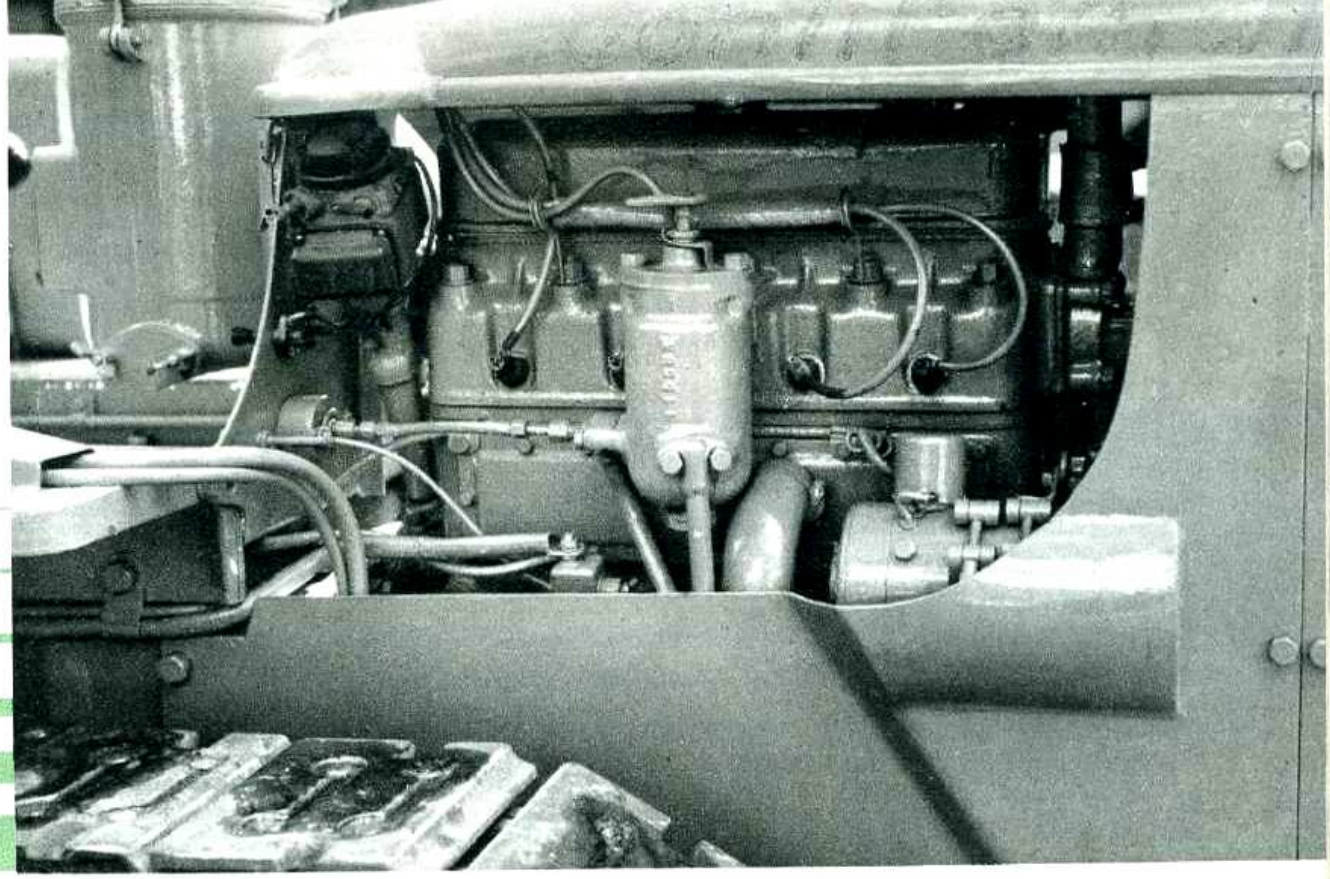
Sur le carburateur se trouve fixé le papillon des gaz. Il est relié directement à l'accélérateur et au régulateur et sert à régler la puissance nécessaire fournie par le moteur, en obturant plus ou moins le passage du mélange d'air et d'essence vers le moteur. Le but du régulateur est de limiter la puissance et d'éviter les emballements du moteur. La marche au ralenti, papillon des gaz fermé, est assurée par un gicleur de ralenti qui ne débite qu'une très faible quantité d'essence.

Il existe souvent un STARTER, dont le but est de faciliter le démarrage lorsque le moteur est froid. Pour que l'allumage se fasse, il faut qu'il y ait une certaine quantité de vapeur inflammable au voisinage de la bougie. Or, lorsque le moteur est froid, le pourcentage d'essence qui arrive sous forme de vapeur dans le cylindre est très faible et pour être sûr qu'il y en ait une quantité suffisante autour de la bougie, à l'aide du starter, on envoie dans le moteur 4 à 6 fois la quantité d'essence nécessaire normalement. C'est pourquoi il faut arrêter le débit du starter dès que le moteur est chaud, car on consomme ainsi inutilement de l'essence et, de plus, par temps froid, une grande partie de cette essence coule entre le cylindre et le piston et vient diluer l'huile du carter.



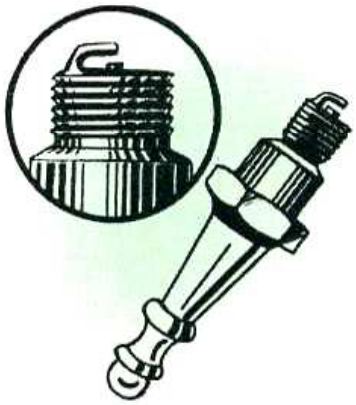
Starter.

Ralenti.



CHAPITRE III

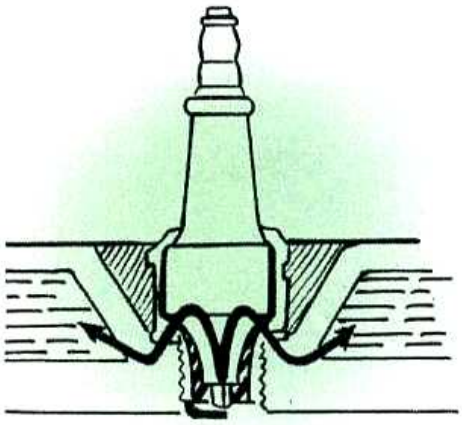
Le système d'allumage



Le mélange d'air et d'essence comprimé dans le cylindre est enflammé par une étincelle électrique.

Voyons comment se présente l'organe qui produit cette étincelle : la BOUGIE.

Elle se compose d'un corps généralement en acier, dans lequel est serti un isolant en porcelaine, au milieu duquel passe un conducteur. Celui-ci est prolongé par une tige en métal spécial résistant aux hautes températures ; sur le corps



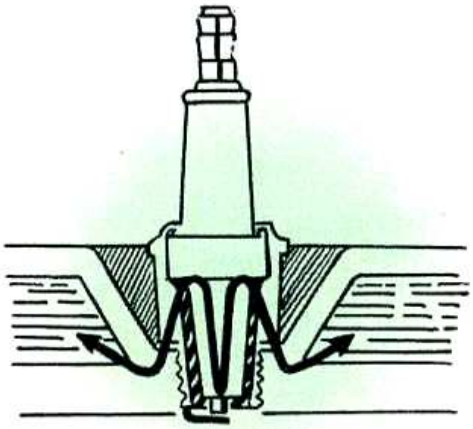
Bougie froide.

de la bougie est fixée une autre tige en métal spécial. C'est entre les pointes de ces deux tiges appelées *électrodes* que jaillit l'étincelle.

L'écartement des électrodes appelé jeu est très important. De lui dépend la qualité de l'étincelle et, par conséquent, l'allumage du mélange carburé. On doit le vérifier toutes les 50 heures, car, au fur et à mesure que les bougies fonctionnent, ce jeu augmente et il est possible qu'à un certain moment il devienne trop grand pour permettre à l'étincelle de jaillir normalement.

Il existe différentes sortes de bougies et à chaque moteur convient un type déterminé. Ceci est indiqué dans le manuel d'entretien du constructeur.

On peut distinguer : les bougies *froides* et les bougies *chaudes*.



Bougie chaude.

Les bougies froides sont celles où la chaleur a le moins de trajet à parcourir pour aller vers l'eau de refroidissement et les bougies chaudes celles où le trajet de la chaleur est plus grand.

Voyons maintenant comment est fourni le courant électrique qui provoque l'étincelle.

Il y a deux systèmes d'allumage possibles : l'un par BATTERIE, l'autre par MAGNÉTO.

Le premier système se compose d'une batterie d'accumulateurs qui est la source de courant, d'une BOBINE, d'un RUPTEUR et d'un DISTRIBUTEUR qui envoie au moment de l'allumage, le courant vers la bougie intéressée.

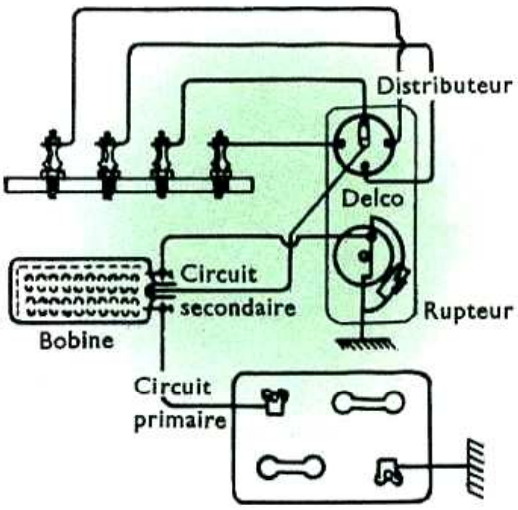
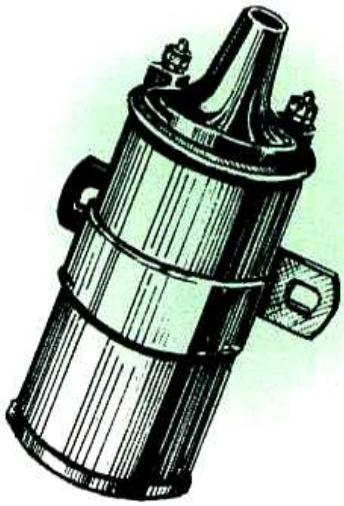


Schéma d'allumage par batterie.

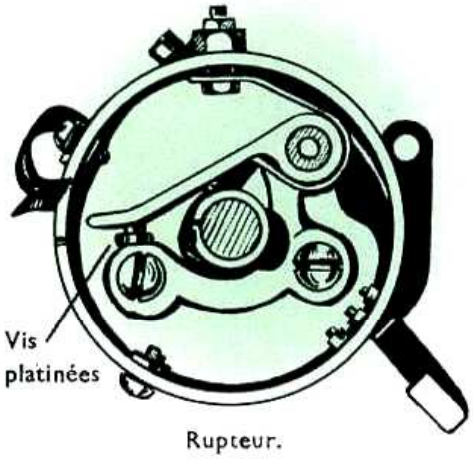
Il est un phénomène bien connu en électricité : si l'on fait passer un courant dans un enroulement composé de quelques tours de fil gros *(circuit primaire)* et un autre l'entourant, comprenant de nombreux tours de fil fin *(circuit secondaire)* et si dans le primaire on coupe le courant, il se produit dans le secondaire un courant instantané, dont la différence de potentiel est proportionnelle au rapport du nombre de tours des deux circuits et à celle du courant primaire.

Ce phénomène est utilisé dans la bobine, qui comprend deux circuits, l'un primaire, l'autre secondaire. Sur le circuit primaire est monté un rupteur qui est composé de deux *vis platinées* maintenues l'une contre l'autre par un ressort; une came en tournant les écarte l'une de l'autre et provoque ainsi la rupture du courant au moment voulu. Un *condensateur* mis en parallèle sert à assurer une rupture franche. Le courant produit dans le secondaire à ce moment est envoyé à la bougie intéressée grâce au distributeur, composé d'un petit ergot se déplaçant devant les plots correspondant à chaque bougie. Le rapport des différences de potentiel entre « circuit primaire » et « secondaire » est de 6 ou 12 volts pour le primaire à 20.000 volts pour le secondaire.



Bobine.

On est obligé d'avoir de telles différences de potentiel



Rupteur.

au secondaire pour que l'étincelle soit suffisamment nourrie. Une tension de 6 ou 12 volts est, en effet, nettement insuffisante pour provoquer l'étincelle.

Au fur et à mesure que le moteur tourne, la batterie d'accumulateurs se décharge, et par conséquent au bout d'un certain temps, elle ne serait plus assez puissante pour fournir le courant nécessaire ; pour éviter ce phénomène on monte en parallèle une petite dynamo entraînée par le moteur.

Dans le second système d'allumage : à magnéto, cette dernière joue à la fois le rôle de générateur de courant, de rupteur et de distributeur. Elle se compose d'une petite dynamo créant du courant dans un circuit primaire sur lequel se trouve le rupteur, et d'un circuit secondaire relié au distributeur.

Pour une question d'équilibrage, l'allumage dans un moteur à 4 cylindres ne suit pas l'ordre des cylindres, il est de 1, 3, 4, 2. Ainsi les effets correspondant aux temps moteur ne vont pas brusquement d'une extrémité à l'autre du vilebrequin.

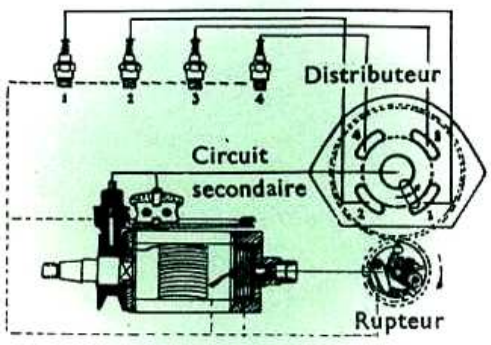


Schéma d'allumage
par magnéto.

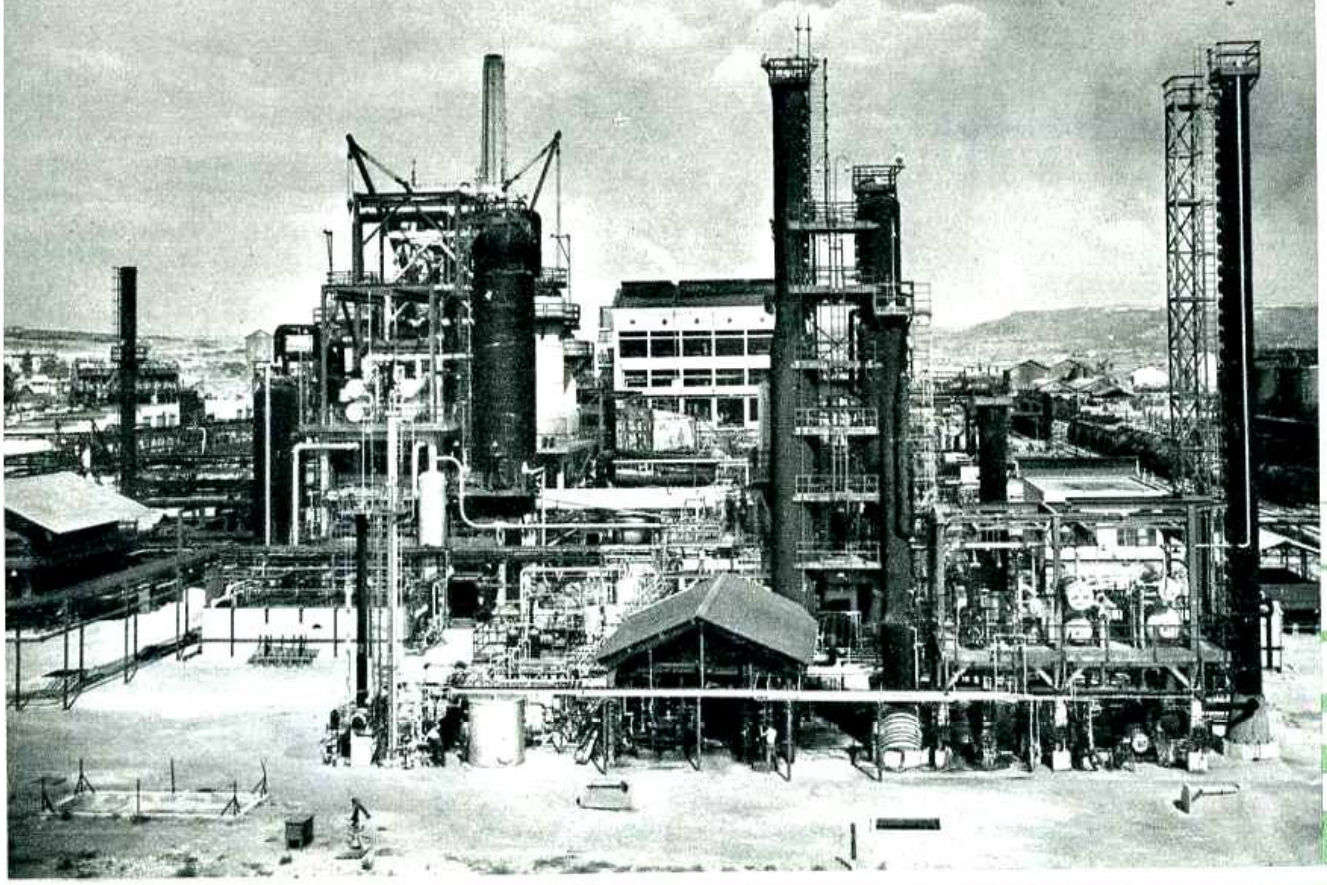
Qu'est-ce que l'avance à l'allumage ?

Pour que tout le mélange d'essence et d'air soit brûlé, il faut un certain temps, cela ne se fait pas instantanément.

Pour que la pression maximum, qui va pousser le piston et lui communiquer ainsi sa force, ait lieu au moment où il commence à redescendre, il est nécessaire d'enflammer le mélange un petit peu avant. C'est ce à quoi correspond l'avance à l'allumage.

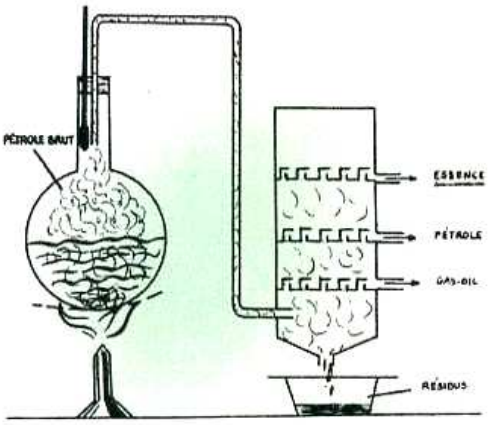
On la donne soit en degrés de vilebrequin, soit en millimètres. Ainsi une avance de 5 mm. signifie que l'étincelle jaillira lorsque le piston sera à 5 mm. avant d'atteindre le point mort haut.

Naturellement, plus le moteur tourne vite, plus l'avance est grande.



CHAPITRE IV

Les carburants : l'essence

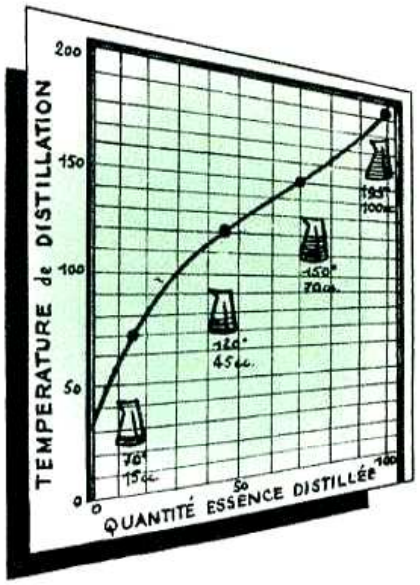


Le carburant normal du moteur à explosion est l'essence. Elle est retirée du pétrole brut par distillation et raffinage.

Elle se compose de milliers d'hydrocarbures à températures d'ébullition différentes, ce qui fait que l'essence présente une *courbe de distillation*, au lieu d'un point unique d'ébullition comme celui, par exemple, de l'eau : 100° C.

Étudions cette courbe de distillation. Prenons 1 litre d'essence que nous

chauffons dans un ballon et, au moyen d'un réfrigérant, condensons les vapeurs dans une éprouvette graduée. On chauffe doucement et au moment où la première goutte tombe dans l'éprouvette, on note la température qui est d'environ 35°; puis on note la température lorsqu'il y a 100 cm3 dans l'éprouvette et ainsi de suite jusqu'à ce qu'il ne reste plus d'essence dans le ballon. En reportant sur un graphique les températures et les pourcentages d'essence distillée correspondants on obtient la courbe de distillation.



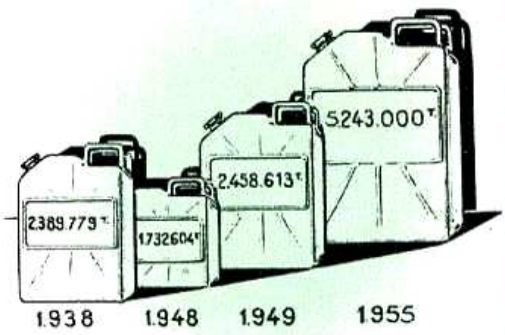
Courbe de distillation d'essence.

La température à laquelle apparaît la première goutte est le *point initial* et la température pour laquelle il n'y a plus rien dans le ballon constitue le *point sec* ou *point final*.

Dans les essences actuelles, le point initial est de 35° C environ et le point final aux environs de 195°.

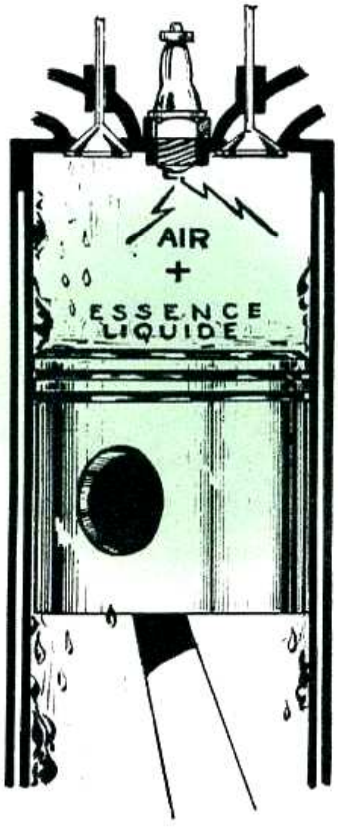
L'allure de cette courbe de distillation influe sur les performances du moteur. Ainsi la quantité de produits qui distillent en dessous de 70° C, donne une idée des facilités de départ à froid du moteur. La partie comprise entre 70° et 140° renseigne sur les possibilités d'accélération, le moteur étant chaud et, enfin, la partie supérieure à 140°, sur la consommation, la formation de dépôts et l'usure.

L'essence, qui arrive dans les cylindres, entraînée par l'air,est en partie sous forme liquide et, en partie, sous forme vapeur. Pour qu'elle s'enflamme lorsque l'étincelle jaillit il faut qu'il y ait au voisinage de la bougie une certaine quantité de vapeur. Ainsi, lorsque le moteur est froid, plus l'essence contient de produits ayant une basse



Production d'essence.

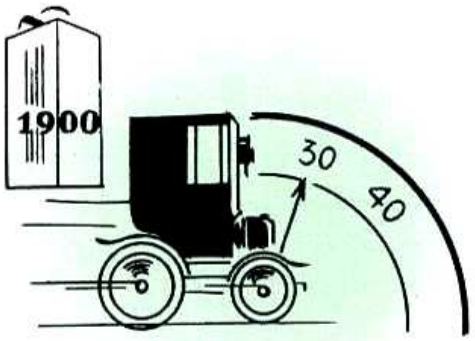
L'essence sous forme de vapeur brûle mieux.



température de distillation, mieux le moteur démarre. En outre, l'essence sous forme de vapeur se mélange mieux à l'air et, par conséquent, brûle mieux qu'à l'état liquide. Or, la fraction qui tend à demeurer à l'état liquide, dans l'essence, est constituée par les parties dont la température de distillation est élevée (plus de 140°). Elles ont, par suite, tendance à brûler imparfaitement, d'où leur mauvaise utilisation. Il s'ensuit que la consommation dépendra de l'importance de ces éléments et le volume des dépôts, dans la chambre de combustion, s'en ressentira également.

Autre conséquence : la partie qui demeure liquide ruissellera le long des cylindres et pourra entraîner l'huile qui les protège. Lorsque le piston remonte, les segments peuvent alors porter directement sur le cylindre et l'on a alors frottement métal sur métal d'où usure rapide. Une partie de cette essence liquide peut aussi passer entre cylindre et piston et tomber dans le carter, d'où dilution de l'huile de graissage. Avec les essences actuelles ces inconvénients, usures, dépôts, dilution, sont très faibles, la quantité de produits de températures de distillation élevées étant peu importante.

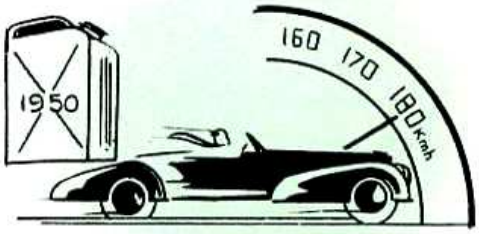
Une autre caractéristique importante de l'essence est sa résistance à la *détonation* ou résistance au *cliquetis*. On s'aperçoit, lors d'une reprise, que parfois le moteur fait entendre un bruit métallique, analogue à celui de coups de marteau sur la culasse, c'est le cliquetis. Et l'on entend d'autant plus fort ce cliquetis que le moteur est plus poussé, c'est-à-dire a un taux de compression plus élevé.



Si une essence a une plus grande résistance à la détonation, elle permet de faire des reprises sans qu'il y ait apparition de cliquetis et aussi d'utiliser un moteur plus poussé, donc plus économique et plus puissant. Cette qualité de l'essence se mesure par ce qu'on appelle *l'indice d'octane*. D'après les spécifications légales, l'indice d'octane doit être supérieur à 70, il est en pratique aux environs de 71. Avant guerre, l'essence tourisme avait un indice de l'ordre de 65.

La tendance des raffineries françaises est à l'augmentation de l'indice d'octane et à l'alignement sur les caractéristiques internationales. Il s'ensuivra donc une diminution de consommation appréciable quand les constructeurs auront adapté leurs moteurs.

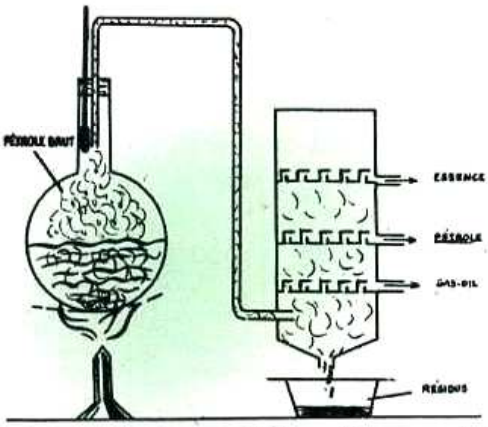
La densité de l'essence n'est pas une caractéristique de qualité. On ne peut pas dire qu'une essence légère soit « a priori » meilleure qu'une plus dense, cela peut d'ailleurs être le contraire. Ce qui importe au point de vue carburation, c'est que la densité reste comprise entre certaines limites. Ces conditions sont actuellement réalisées. La densité reste dans des limites raisonnables comprises entre 710 et 750. Il est, néanmoins, prévu dans les spécifications légales actuelles un maximum de 750 à 20° C.



Les autres caractéristiques de l'essence n'intéressent pas spécialement l'agriculture. Indiquons simplement qu'elles tendent toutes vers une amélioration qui se traduira par une meilleure conservation du matériel, donc par un abaissement du prix de revient du cheval-heure à la barre du tracteur.

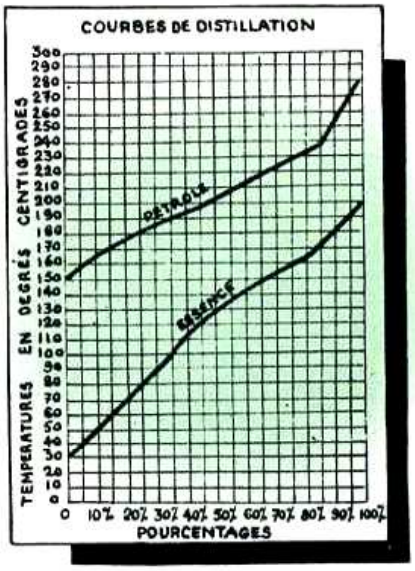
CHAPITRE V

Les carburants : le pétrole



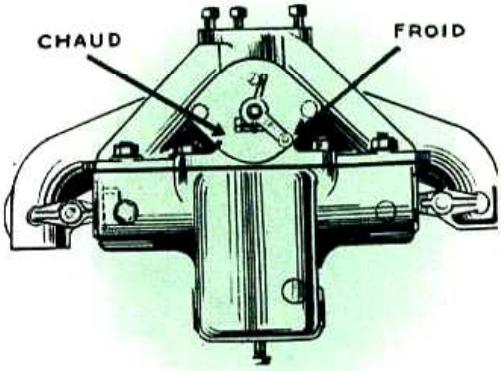
Les dispositions légales, actuellement en vigueur, interdisent l'emploi du pétrole lampant comme carburant. Cependant, par dérogation spéciale, il peut être utilisé comme tel dans le domaine agricole pour le fonctionnement des tracteurs.

Ces dispositions ont donc fait orienter l'étude des spécifications sur le pétrole lampant, sous l'angle exclusif du produit d'éclairage.



Le pétrole lampant est comme l'essence, un produit retiré du pétrole brut, par distillation et raffinage. Les deux caractéristiques intéressantes sont : la *courbe de distillation* et *l'indice d'octane*,

Le pétrole commence à distiller aux environs de 170° C et finit aux environs de 250° C. Il n'y a donc pas de produits volatils et il ne faut pas compter démarrer au pétrole avec un moteur froid. Dans le chapitre précédent traitant de l'essence, il a été dit que, dans un moteur ordinaire, c'était la partie de la courbe de distillation supérieure à 140° C qui avait tendance à rester liquide. Ici, le produit entier a sa *courbe de distillation* supérieure à 140° C. Ainsi le pétrole qui entre dans les cylindres y entrerait seulement sous la forme liquide, si on ne prévoyait pas un réchauffage énergique de la tubulure d'admission. C'est ce qui explique les systèmes de réchauffeurs et d'écran qui entourent la tubulure d'admission, et l'obligation de fonctionner à une température d'eau élevée et de démarrer à l'essence. Malgré cela, une grande partie du pétrole reste sous forme liquide, d'où consommation élevée, encrassement, usure rapide et dilution. Ce dernier facteur est surtout important : le pétrole tombe dans le carter en passant entre cylindre et piston et se mélange à l'huile de graissage qu'il dilue.



Système de réchauffeur.

L'huile diminue de viscosité et si l'on n'y prête attention, on risque de sérieux inconvénients par manque de graissage : bielle coulée par exemple. C'est pourquoi les constructeurs de moteurs à pétrole recommandent des vidanges d'huile plus fréquentes que dans les moteurs à essence; et c'est pourquoi aussi sur certains types de

Dilution.

tracteurs, il existe sur le carter un robinet de purge. Il est recommandé de purger tous les matins — le pétrole qui a pu tomber dans le carter ayant tendance à venir à la surface.

La deuxième caractéristique intéressante est l'*indice d'octane*. Mais comme le pétrole lampant n'est pas fait pour la carburation, il n'y a pas d'indice d'octane minimum imposé. Celui-ci oscille entre 15 et 40. Aussi est-on obligé, pour utiliser le pétrole, de disposer de moteurs à taux de compression faible, par conséquent d'un rendement moindre, d'où augmentation de la consommation et diminution de la puissance.

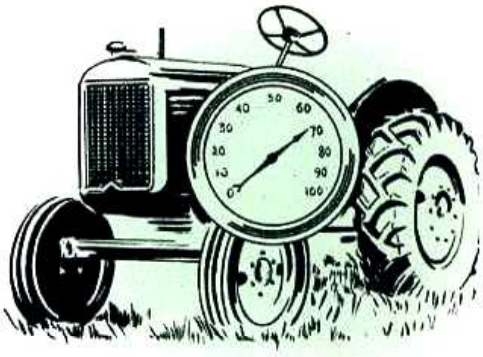
Tout ceci explique pourquoi sur les tracteurs à pétrole la consommation est plus élevée que sur les tracteurs à essence et justifie les recommandations suivantes :

1° DÉMARRER TOUJOURS A L'ESSENCE, NE PASSER AU PÉTROLE QUE LORSQUE LE MOTEUR EST SUFFISAMMENT CHAUD.

2° Revenir toujours à l'alimentation à l'essence avant de stopper le moteur pour assurer un bon démarrage quand on recommencera le travail.

3° La plupart des tracteurs sont pourvus d'accessoires qui aident à vérifier et à contrôler les températures du moteur : thermomètres de radiateur, volets de radiateurs... Il est recommandé de surveiller attentivement les appareils de contrôle indicateurs et d'utiliser les autres comme il convient.

Plus le travail est faible, plus le moteur doit être réchauffé.



4° La température adéquate pour un moteur à pétrole est, en ce qui concerne le radiateur, juste au-dessous du point d'ébullition. Un excès de température est préférable à l'insuffisance.

5° Bien regarder le tuyau d'échappement. S'il sort de la fumée blanche, il est vraisemblable que le moteur n'est pas assez chaud, le pétrole brûle mal.

6° Consulter le manomètre d'huile. S'il est bas, cela peut signifier une dilution excessive de l'huile du carter.

DEUXIÈME PARTIE

MOTEURS A COMBUSTION INTERNE

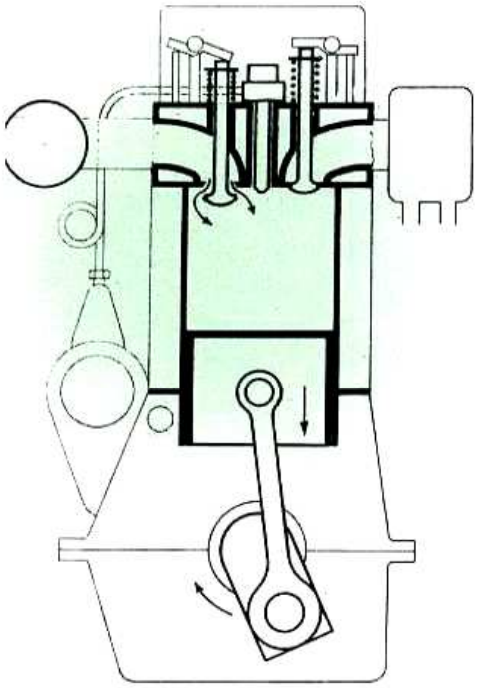
CHAPITRE I

Le moteur Diesel

La différence essentielle entre le moteur Diesel et le moteur à explosion est la suivante :

Dans le premier, on aspire uniquement de l'air et une fois cet air comprimé très fortement, on introduit dans le cylindre au moyen d'un injecteur une certaine quantité de combustible qui prend feu de lui-même, la température de l'air, du fait de la très forte compression,

1er Temps



Aspiration

étant suffisamment élevée. Dans le second, on aspire en même temps l'air et le carburant et une fois le mélange comprimé, on l'enflamme au moyen d'une étincelle électrique.

Voyons rapidement le fonctionnement du moteur Diesel.

1er *temps*. — La soupape d'admission est levée, le piston descend et il y a aspiration d'air dans le cylindre.

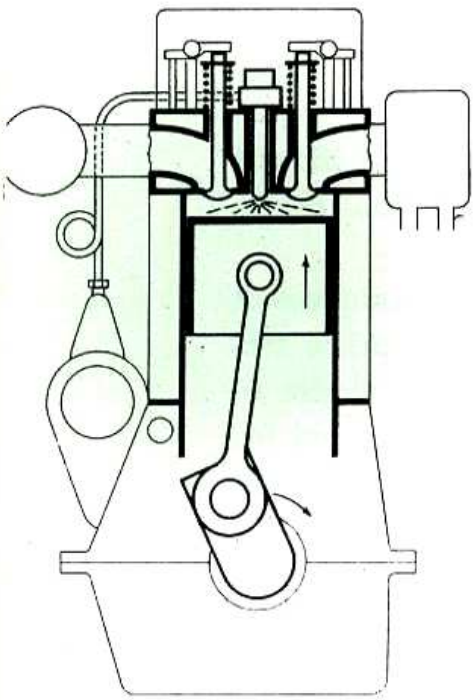
2e *temps*. — Les deux soupapes sont fermées, le piston remonte et comprime fortement l'air. Lorsque le piston arrive presque au bout de sa course, on injecte dans le cylindre du combustible qui prend feu du fait de la température élevée de l'air.

3e *temps*. — Les gaz enflammés repoussent le piston, c'est le temps moteur.

4e *temps*. — La soupape d'échappement se lève, le piston remonte et les gaz brûlés sont expulsés.

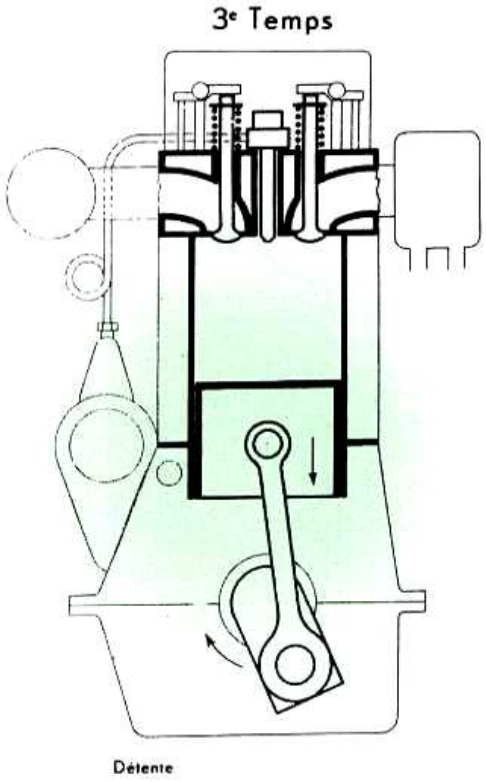
Dans le moteur Diesel, il n'y a pas de carburateur, ni de système d'allumage par étincelle (bougie). Mais à la place on trouve une POMPE D'INJECTION et un INJECTEUR.

2e Temps



Compression et Injection

Le rôle de la pompe d'injection est de doser et d'envoyer dans les cylindres, sous pression et au moment voulu, la quantité nécessaire de combustible. La pression d'injection est, suivant le type du moteur, comprise entre 70 et 300 kg/cm2. Le réglage de la quantité de combustible à injecter se fait en agissant sur une crémaillère qui, par un système quelconque, diminue la course du petit piston de la pompe, ou découvre plus ou moins tôt un orifice de décharge. Cette crémaillère



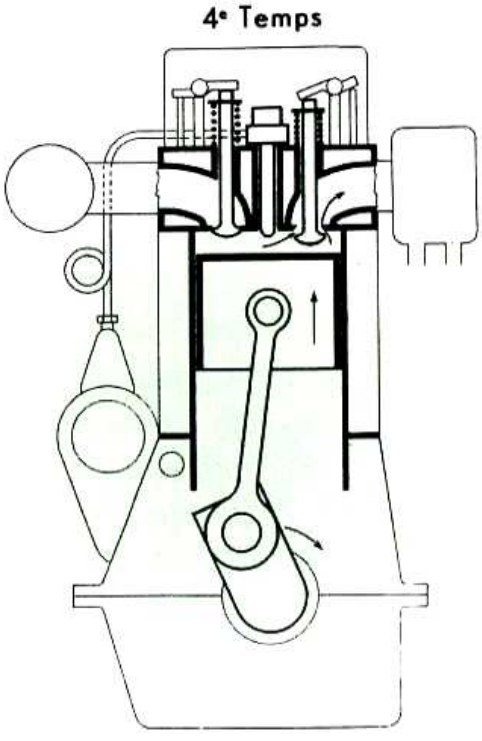
est reliée directement à l'accélérateur ou au régulateur. Dans un moteur Diesel le réglage de la puissance est obtenu uniquement par la quantité de combustible injecté, à la différence du moteur à explosion où la puissance fournie est réglée par l'obturation de l'arrivée du mélange d'air et carburant.

L'injecteur a pour but d'assurer la pulvérisation et la bonne répartition du combustible dans la chambre de combustion. C'est un organe de fabrication très soignée et très précise, la moindre saleté peut venir en gêner le fonctionnement et occasionner ainsi une mauvaise marche du moteur.

Il existe différents types de moteur Diesel :

— Les moteurs à *injection directe :* ceux où l'injection se fait juste dans l'espace mort situé au-dessus du piston.

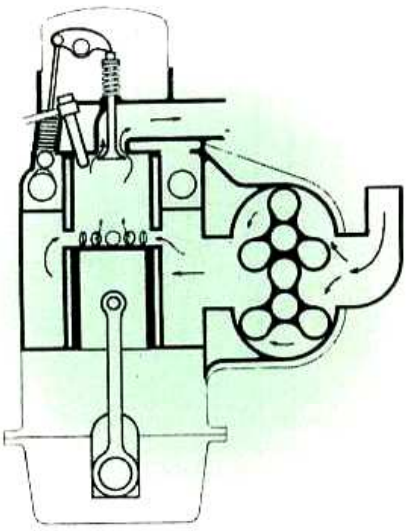
— Les moteurs à *préchambre* dans lesquels l'injection se fait dans une petite chambre de combustion, séparée du cylindre par un ou plusieurs orifices, de grandeurs variables.



Sur certains types de tracteurs, existent des moteurs Diesel deux temps. Dans certains de ceux-ci, il n'y a pas de soupapes mais des ouvertures appelées lumières, percées dans le cylindre. Les unes dites : *LUMIÈRES DE BALAYAGE* servent à l'entrée de l'air; les autres appelées : *LUMIÈRES D'ÉCHAPPEMENT* servent à l'évacuation des gaz brûlés.

Le fonctionnement de ces moteurs est le suivant :

Un petit compresseur envoie de l'air sous pression qui entre dans le cylindre par les lumières de balayage.



Moteur Diesel 2 temps.

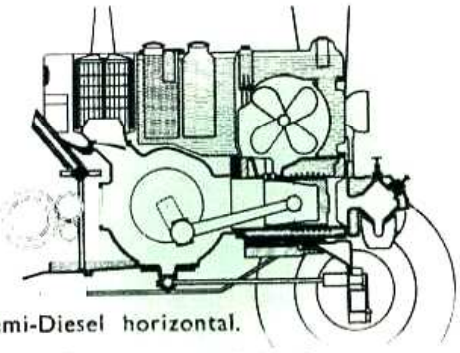
Le piston monte et comprime l'air. Lorsqu'il est arrivé presque au bout de sa course, il y a injection de combustible. *C'est le* 1er *temps.*

Les gaz en brûlant repoussent le piston et, en fin de course, découvrant les lumières d'échappement, s'échappent. *C'est le* 2e *temps.*

Tous ces types de moteur ont leurs avantages et leurs inconvénients, l'un ne surclassant pas l'autre. Ils fonctionnent tous d'une façon satisfaisante à condition qu'on les entretienne soigneusement.

CHAPITRE II

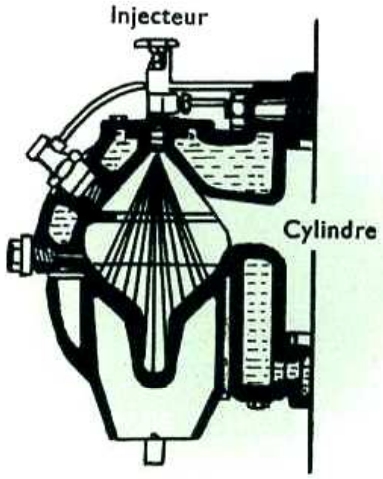
Les moteurs semi-Diesel



Semi-Diesel horizontal.

Un autre genre de moteur de tracteur est le moteur semi-Diesel. Quel en est le principe ?

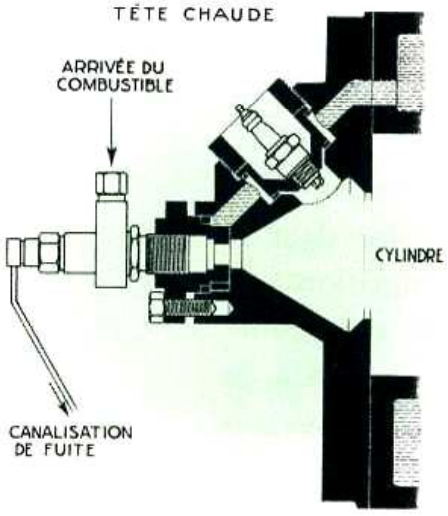
Dans le moteur Diesel, on l'a vu, c'est la température de l'air, comprimé dans le cylindre, qui assure l'inflammation du combustible. Pour cela il faut comprimer très fortement l'air, le taux de compression du moteur est élevé, de l'ordre de 15 à 20. Ceci oblige à avoir des bielles, vilebrequins et pistons très résistants et, d'autre part, en ce qui concerne le combustible, des pressions d'injection



Boule chaude.

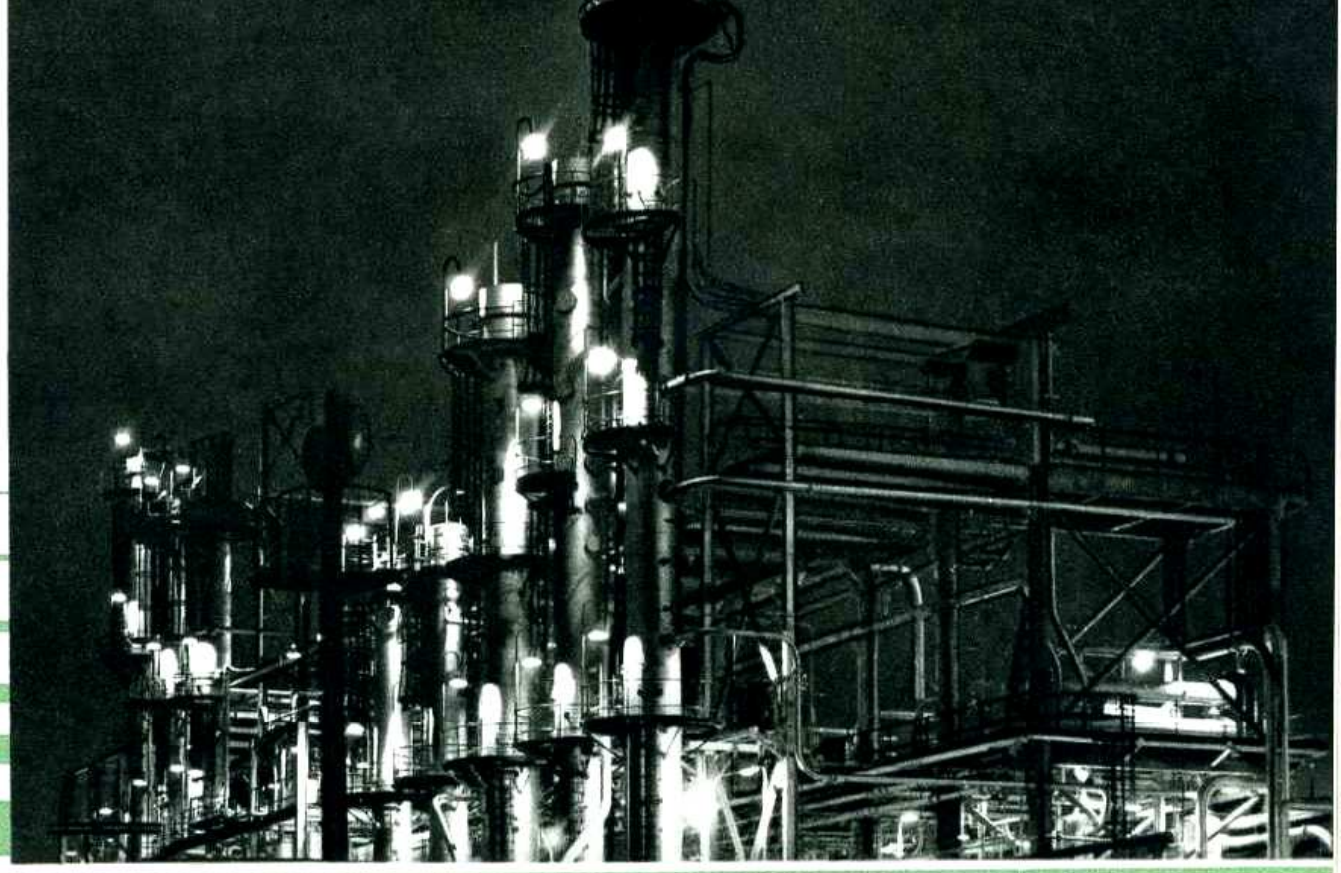
élevées, de manière à assurer une bonne répartition.

Dans le moteur semi-Diesel, pour éviter d'avoir un taux de compression élevé et afin d'assurer une température suffisante de l'air, on a recours au système de la BOULE CHAUDE ou de la TÊTE CHAUDE. Une partie de la culasse dans laquelle se fait l'injection est isolée du circuit de refroidissement et reste ainsi à une température élevée. En conséquence, le combustible qui arrive au voisinage de cette partie chaude, prend feu immédiatement. Ces moteurs fonctionnent généralement suivant le cycle à 2 temps. L'admission d'air se fait par le carter, ce carter jouant le rôle de pompe aspirante et refoulante. Lorsque le piston remonte, il crée un certain vide dans le carter, d'où aspiration d'air et, à la descente, il comprime l'air ainsi entré qui pénètre dans le cylindre dès que les lumières de balayage sont découvertes.



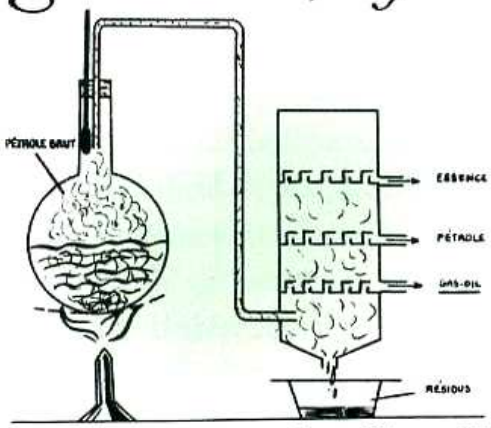
Les moteurs semi-Diesel ont bien souvent un taux de compression très bas (de l'ordre de 5) ce qui en fait des moteurs à faible rendement. Ce désavantage du faible rendement est d'ailleurs compensé par la robustesse du matériel et par la capacité d'utiliser des combustibles autres que le gas-oil.

Certains constructeurs ont essayé de lutter contre le faible rendement du semi-Diesel, et pour cela ont dû augmenter le taux de compression (de l'ordre de 10 à 12). Ils ont ainsi compensé un des désavantages du semi-Diesel, mais en contrepartie, s'étant énormément rapproché du moteur Diesel normal, ils ont acquis sa sensibilité à la nature du combustible de ce dernier.



CHAPITRE III

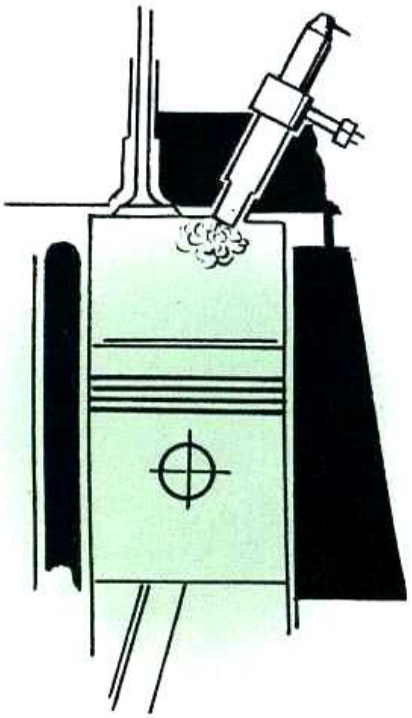
Les combustibles : gas-oil, fuel-oil domestique



Le gas-oil

Le combustible normal du moteur Diesel est le « gas-oil ». Il est retiré du pétrole brut, par distillation, comme l'essence et le pétrole lampant.

Il se compose de milliers d'hydrocarbures, qui ont des points d'ébullition compris, en moyenne, entre 200° et 360° C.



Indice cétane 100

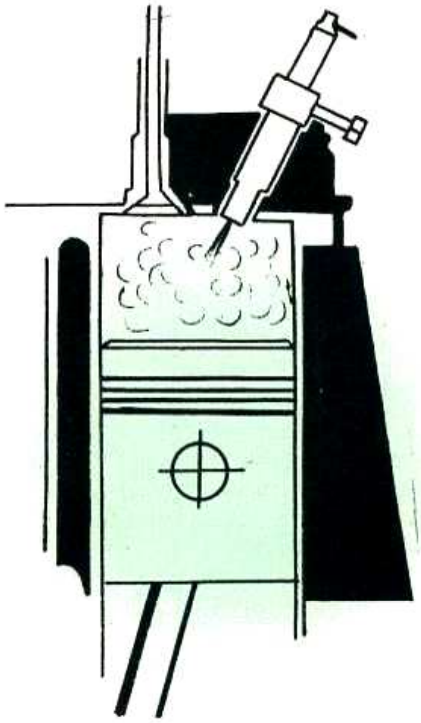
A la différence de l'essence, où la courbe de distillation joue un rôle prépondérant dans le bon fonctionnement du moteur : départ à froid, accélération, consommation, usure..., dans le cas du gas-oil cette courbe de distillation a un rôle secondaire. Elle donne des renseignements sur la répartition des hydrocarbures constituant le gas-oil. C'est ainsi, par exemple, que le pourcentage distillé avant 255° doit être au maximum de 50%.

Les deux autres caractéristiques importantes sont l'*indice cétane* et la *viscosité*.

Qu'est-ce que l'indice cétane ? Dans le fonctionnement du moteur Diesel on a vu que le gas-oil injecté dans le cylindre prenait feu de lui-même du fait de la forte température de l'air en fin de compression. Mais le combustible ainsi introduit ne prend pas feu aussitôt, il y a un certain retard ou mieux un « délai d'allumage ». On peut mesurer ce « délai » de différentes façons : par exemple, en 1/1000 de secondes, en millimètres de course du piston, en degrés de vilebrequin, etc.

Indice cétane 0

L'indice cétane est une mesure de ce délai, obtenu en comparant, sur un moteur spécial, le gas-oil à deux autres combustibles : le cétane qui a l'indice 100, l'alpha méthyl naphtalène qui a l'indice zéro. L'indice cétane est le pourcentage de cétane dans le mélange cétane-alpha méthyl naphtalène qui donne dans le moteur le même délai d'allumage que le gas-oil. Ainsi l'indice cétane est, somme toute, une mesure du temps qui s'écoule entre l'apparition de la première goutte au nez de l'injecteur et son inflammation.



Indice cétane 50

Si le gas-oil a un indice cétane voisin de 100, cela veut dire qu'il s'enflamme presque dès sa sortie de l'injecteur. On risque alors d'avoir une mauvaise combustion et de brûler le nez de l'injecteur.

Si au contraire il a un indice voisin de zéro, toute la charge du gas-oil injecté aura le temps de pénétrer dans le cylindre et elle prendra feu d'un seul coup, donnant lieu à une combustion brutale et une marche rude, c'est le *cognement* du moteur Diesel.

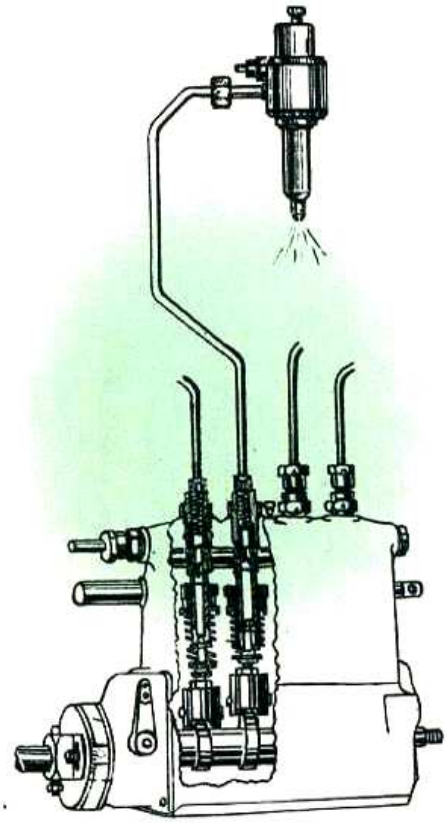
Entre ces deux extrêmes, il y a un indice cétane optimum. Pour les moteurs il se situe aux environs de 50. En pratique, le gas-oil fourni dans le commerce a un indice de 50 à 55.

La deuxième caractéristique importante est la *viscosité*.

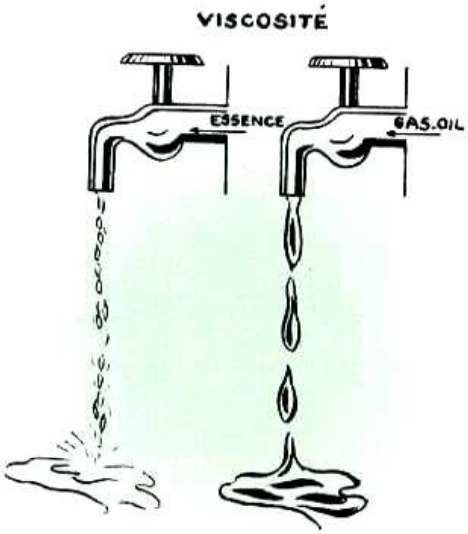
C'est une propriété commune à tous les liquides et sa mesure indique la plus ou moins grande facilité d'écoulement du produit.

Associée au débit, elle permet au constructeur de calculer la section des tuyauteries d'alimentation. Elle joue un rôle très net sur l'étanchéité des pistons de pompes d'injection et également sur le réglage de la pression d'injection.

Elle influe directement sur la combustion, car elle détermine la bonne pulvérisation et la bonne répartition du combustible dans la chambre de combustion. Si la viscosité est trop forte, la pulvérisation sera moins bonne, il y aura alors formation de grosses gouttelettes et celles-ci pourront, du fait de leur inertie plus grande, aller frapper sur les parois du cylindre et, par conséquent, mal brûler.



Pompe d'injection et injecteur.



Au contraire, si la viscosité est trop faible, les gouttelettes seront trop fines et pénétreront mal dans l'air de la chambre de combustion, d'où une mauvaise combustion.

La viscosité sert de base au constructeur du moteur pour régler la pression d'injection. En pratique, le gas-oil a toujours sensiblement la même viscosité qui se situe aux environs de 1°,5 Engler à 20° C.

***

Le gas-oil doit, en principe, être réservé aux tracteurs Diesel. En pratique, certains agriculteurs, pour des raisons qu'ils croient économiques, l'utilisent soit pur, soit en mélange avec du pétrole ou de l'essence dans les moteurs à explosion. En réalité, cette pratique se traduit par:

— l'usure prématurée d'un matériel difficilement remplaçable,

— des dépenses de réparations et d'entretien supplémentaires,

— une augmentation de consommation,

— une dépense supplémentaire d'huile de graissage.

A cette occasion, disons un mot des appareils vendus dans le commerce, pour l'adaptation du gas-oil aux moteurs à essence. Techniquement cette solution n'est pas recommandable pour les raisons suivantes :

a) Un réchauffage intense est nécessaire pour vaporiser complètement les hydrocarbures lourds contenus dans le gas-oil et distillant jusqu'à environ 360° C. Il s'ensuit une perte de puissance d'environ 20% due à la diminution du remplissage du moteur.

b) Ces hydrocarbures lourds ne sont jamais vaporisés complètement et se présentent dans les cylindres à l'état liquide, coulent le long des cylindres et contribuent à diluer l'huile de graissage. Vous savez que certains tracteurs, munis de ces appareils, « fabriquent » de l'huile de graissage au lieu d'en consommer.

c) L'huile perdant par dilution et oxydation accélérée ses qualités lubrifiantes, il s'ensuit une usure rapide des organes du moteur.

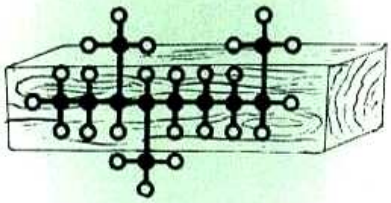
d) Les hydrocarbures lourds du gas-oil, dont la combustion est difficile, ont tendance à former dans la culasse des dépôts abondants, pouvant occasionner l'auto-allumage.

e) Enfin, l'indice d'octane du gas-oil est beaucoup plus faible que celui de l'essence : 15 à 30 contre 70. Il y a donc nécessité de réduire les compressions, ce qui est contraire à tout progrès dans la technique du moteur et entraîne une augmentation de consommation.

Les quelques inconvénients ci-dessus sont grandement suffisants pour réduire à néant l'économie réalisable sur le combustible.

Le fuel-oil domestique

Le fuel-oil domestique est un mélange de gas-oil et de fuel lourd résidu de distillation. Il est destiné principalement au chauffage domestique et à celui des fours de boulangerie. Il est aussi utilisé dans les moteurs fixes et donne d'excellents résultats dans les moteurs semi-Diesel de tracteurs. Ses caractéristiques sont telles qu'elles



La rupture des molécules...

le font comprendre dans les spécifications douanières l'admettant aux droits réduits.

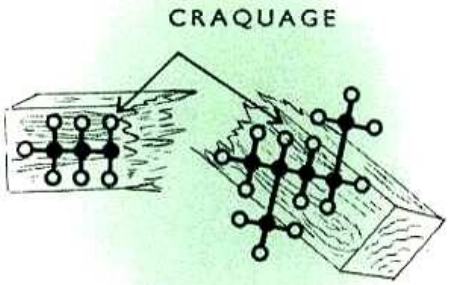
Pratiquement, il est obtenu par mélange de gas-oil, pouvant aller jusqu'à 95 % et d'un résidu de distillation, celui-ci permettant de satisfaire aux caractéristiques douanières.

Le fuel-oil domestique, compte tenu de sa composition, constitue un bon combustible pour les tracteurs semi-Diesel et les moteurs fixes Diesel de puissance moyenne.

Il ne se trouve utilisé que dans des moteurs tournant assez lentement (700 à 800 tours minutes pour les semi-Diesel). De ce fait, la caractéristique « indice cétane », qui était de première importance pour le gas-oil, n'offre plus ici d'intérêt.

La viscosité du fuel-oil domestique est un peu plus élevée que celle du gas-oil, du fait de l'adjonction d'un certain pourcentage de résidu lourd. On s'emploie à doser ce mélange pour qu'il reste toujours compris entre certaines limites, qui vont de 1,6 à 1°,8 Engler à 20° C.

Comment juger de la qualité d'un fuel domestique ?



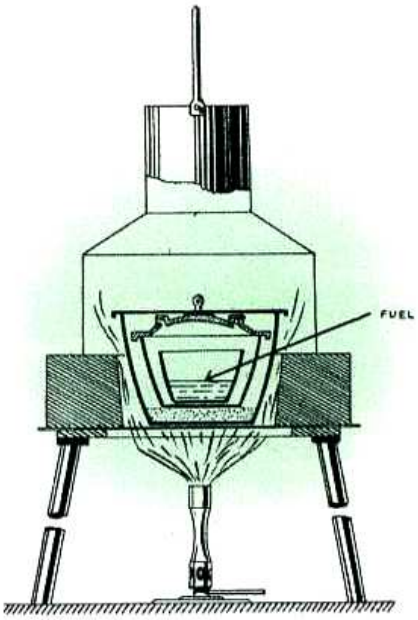
...change la nature du produit.

Les produits lourds, que l'on a ainsi mélangés au gas-oil, brûlent moins bien et ont tendance lorsqu'ils se trouvent en trop grand nombre à encrasser le moteur : gommage des segments par exemple. Pour avoir une idée de la quantité de produits lourds (à haut point d'ébullition) que contient le fuel domestique, il semblerait tout indiqué de faire une courbe de distillation. Mais le fuel domestique contient des produits ayant un point d'ébullition supérieur à 360°; et si l'on porte un

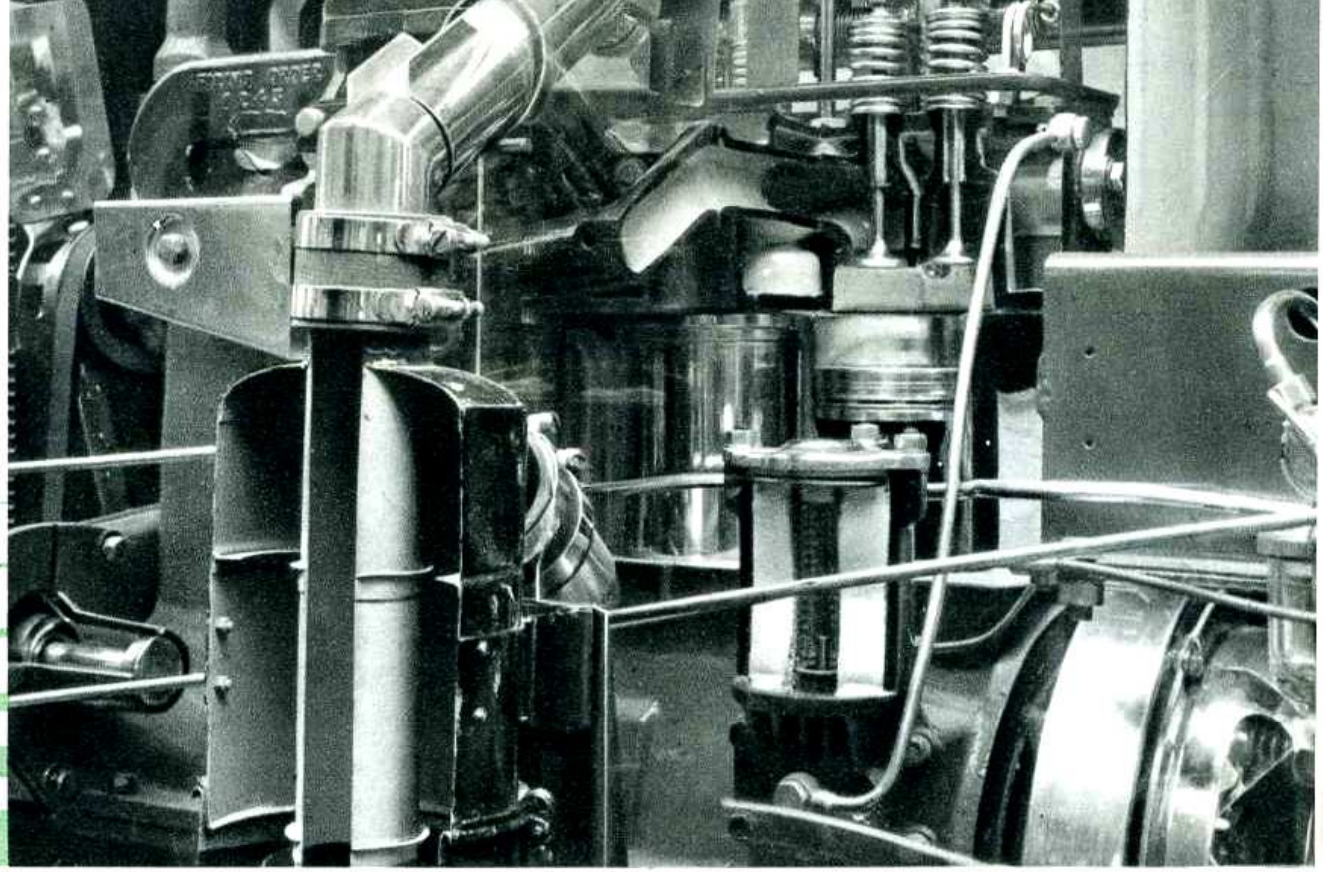
produit du pétrole à une température supérieure à 360°-370°, il se produit un phénomène appelé « craquage » (rupture des molécules qui change la nature du produit) venant ainsi fausser les données de l'expérience. Aussi est-on obligé d'utiliser un autre moyen pour se rendre compte si le fuel-oil domestique aura tendance ou non à encrasser le moteur.

Cet autre essai est appelé « *l'essai Conradson* ». Il se pratique de la manière suivante : dans un petit bol spécial, on fait brûler le fuel-oil domestique et on mesure la quantité de dépôts qui restent après brûlage. La plus ou moins grande quantité de dépôts renseigne sur les possibilités de bon fonctionnement des moteurs avec le fuel-oil domestique. A l'heure actuelle, ce produit a un « Conradson » d'environ 0,8 %, c'est-à-dire que sur 100 gr. de fuel-oil domestique mis dans la coupelle, il reste après brûlage un dépôt de 0,8 gr.

Si le fuel - oil domestique est un combustible acceptable pour les moteurs semi-Diesel et les moteurs fixes de moyenne puissance, il ne convient absolument pas pour les Diesel de tracteurs à régime élevé. Son emploi se traduirait en effet par d'abondants dépôts, nuisibles, entraînant une usure prématurée du matériel.



Appareil d'essai Conradson.

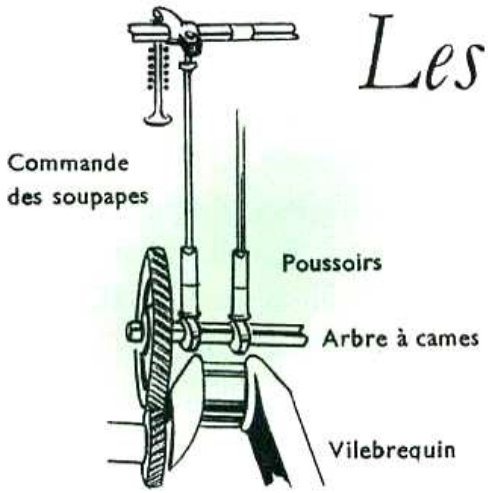


TROISIÈME PARTIE

ÉQUIPEMENTS

CHAPITRE I

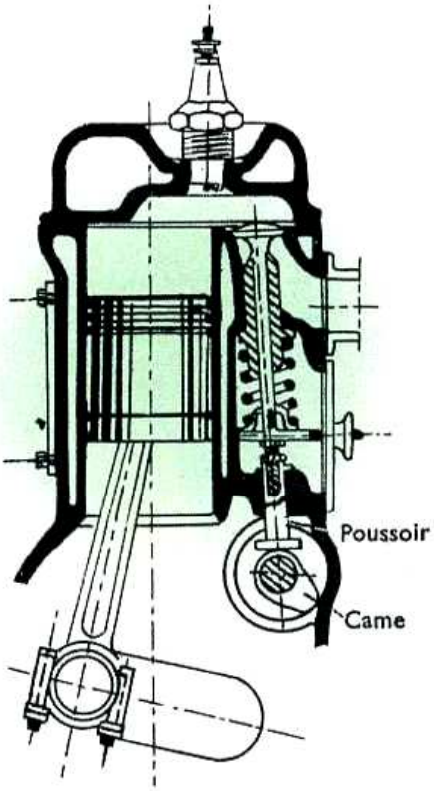
Les soupapes



Ce sont les soupapes qui, dans un moteur, permettent et règlent l'entrée du mélange carburé (moteurs à explosion) ou de l'air (moteurs à combustion interne) et l'expulsion des gaz brûlés.

Comment fonctionnent-elles ?

L'ensemble de l'appareillage qui assure l'ouverture et la fermeture des soupapes, en temps voulu, forme ce qu'on appelle la DISTRIBUTION.



Moteur à soupapes latérales.

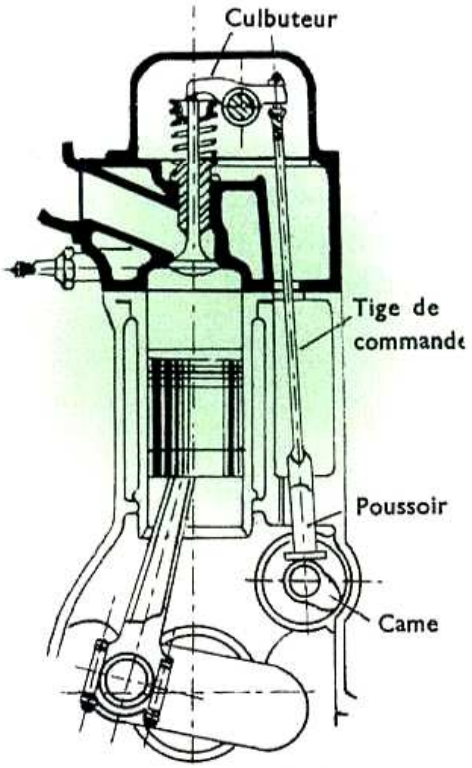
A l'extrémité du VILEBREQUIN se trouve un petit engrenage qui, par l'intermédiaire d'un autre, entraîne l'ARBRE A CAMES. Celui-ci, compte tenu de ce que les soupapes ne doivent s'ouvrir qu'une fois lorsque le moteur fait deux tours, tourne à une vitesse égale à la moitié de celle du vilebrequin. L'engrenage qui se trouve à l'extrémité de l'arbre à cames a donc un nombre de dents double de celui qui garnit l'extrémité du vilebrequin.

Les cames revêtent la forme d'un œuf aplati, de sorte que, lorsque l'arbre tourne, la partie pointue soulève le POUSSOIR qui lui-même soulève la soupape.

Il y a deux sortes de moteurs : ceux à SOUPAPES LATÉRALES et ceux à SOUPAPES EN TÊTE.

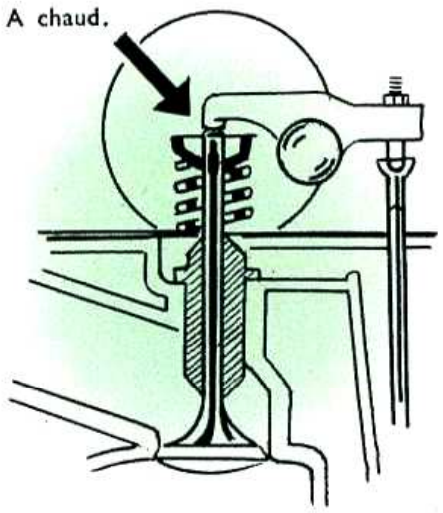
Dans les moteurs du premier type, le fonctionnement est le suivant : entre la soupape et la came, il n'y a qu'un seul intermédiaire, le poussoir.

Lorsque le moteur tourne, la came actionne le poussoir. Celui-ci appuie sur la queue de la soupape et la soulève, permettant ainsi à l'air ou au mélange carburé d'entrer dans le cylindre, ou aux gaz brûlés de s'en échapper. Lorsque la soupape sera restée assez longtemps ouverte (ceci est réglé par le dessin de la came), elle viendra se remettre sur son SIÈGE, par l'action d'un RESSORT, et restera ainsi fixée jusqu'à la prochaine levée.



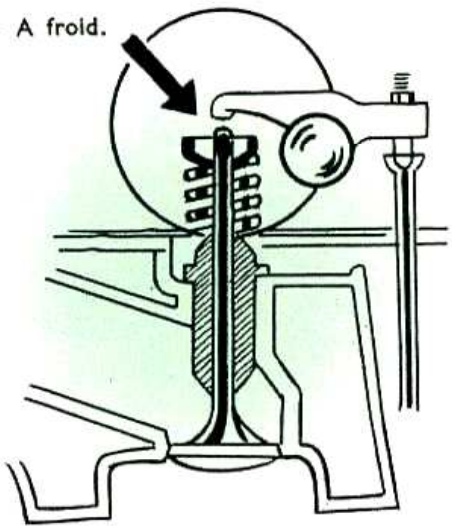
Moteur à soupapes en tête.

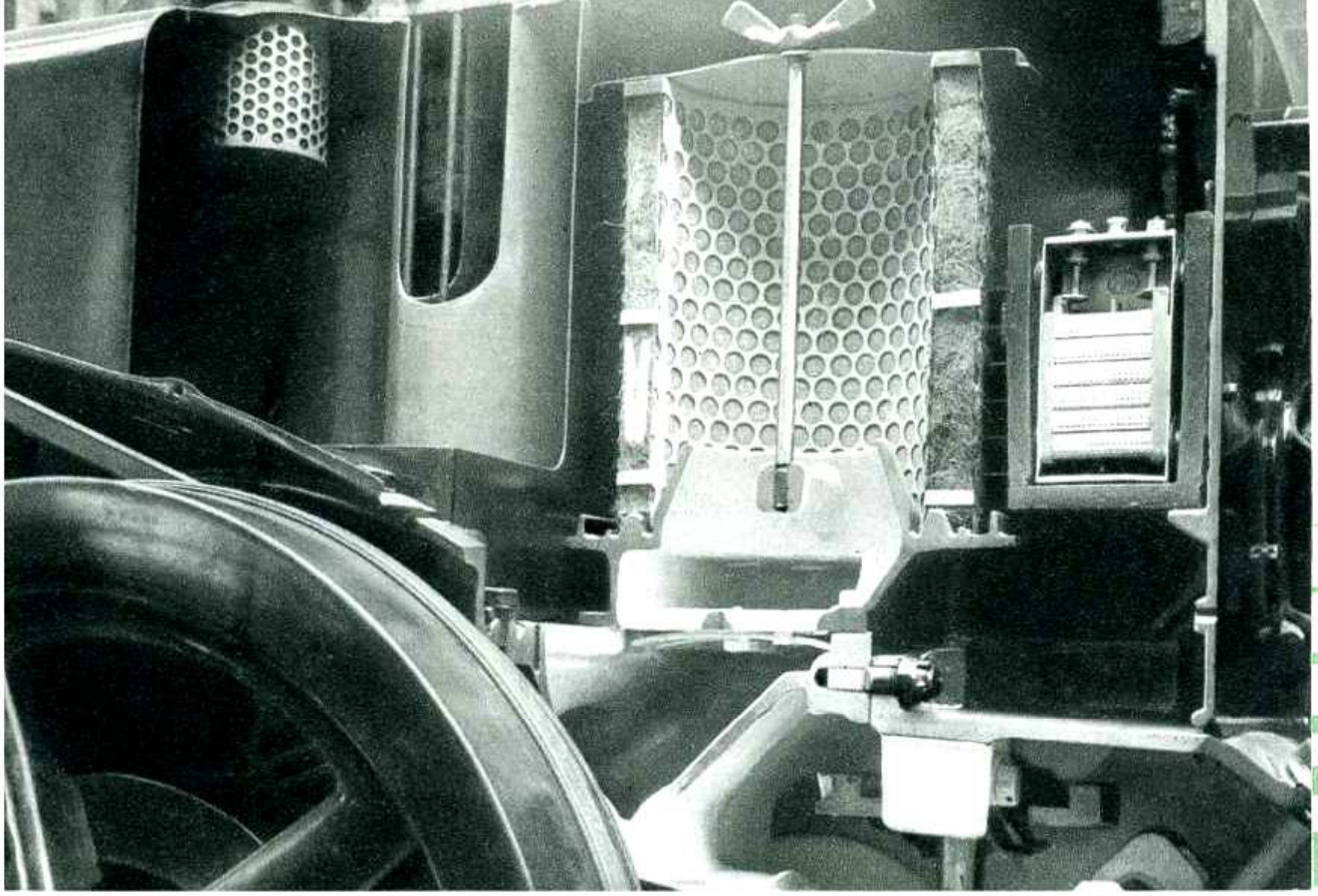
Dans un moteur à soupapes en tête, entre la came et la soupape, il y a trois intermédiaires : le poussoir, la tige de commande et le CULBUTEUR. Ce dernier est tout simplement un petit levier qui transmet le mouvement du poussoir et de la tige de commande, à la queue de la soupape.



Le rôle des soupapes est de permettre à l'air ou au mélange carburé d'entrer dans le cylindre pour l'admission, ou de laisser échapper les gaz brûlés pour l'échappement : mais entre ces deux actions, elles doivent fermer d'une façon parfaite. Il ne faut pas, en effet, que les gaz puissent s'échapper pendant la compression, sinon le moteur ne donnerait pas sa pleine puissance et consommerait inutilement une certaine partie de combustible. Cependant, il arrive qu'au bout d'un grand nombre d'heures de fonctionnement (par exemple 1.500 h.) il y ait quelques petites fuites, pour y remédier, on fait un « rodage » de soupapes.

Lorsque le moteur tourne, il s'échauffe en raison des hautes températures dégagées par les gaz enflammés (2.000°) et toutes les parties du moteur se dilatent. Pour que les soupapes ferment normalement lorsque le moteur est chaud, il faut donc laisser un certain jeu, à froid, entre le poussoir et la queue de soupape, ou entre le culbuteur et la queue de soupape. Ceci est du reste précisé dans le manuel d'entretien du constructeur et l'on y recommande généralement de vérifier de temps en temps ce jeu, par exemple toutes les 100 *heures*.



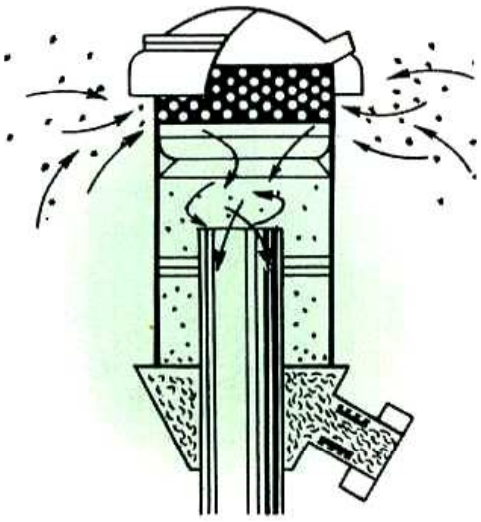


CHAPITRE II

Le filtre à air

Si vous travaillez dans une atmosphère poussiéreuse, au bout d'un certain temps, vous éprouvez le besoin de vous moucher, car les poussières s'accumulent dans votre nez au fur et à mesure que vous respirez, entraînant ainsi une certaine gêne.

Le filtre à air joue exactement le même rôle que le nez. Son but est d'arrêter les poussières afin que seul l'air « épuré » parvienne aux cylindres.



Filtre à air sec.

Si on enlève le filtre à air ou si, bien qu'existant, il ne fonctionne pas, les poussières entrent dans le cylindre et y jouent le rôle d'abrasifs. Leur action est comparable à celle d'une feuille de papier de verre que l'on frotterait sur le piston et sur le cylindre, à la même cadence que le régime du moteur. Il ne faut donc, en aucun cas, utiliser le tracteur sans filtre à air.

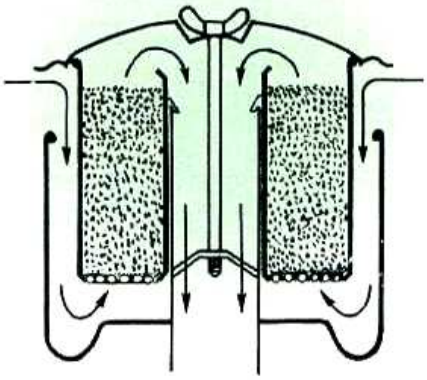
Mais il faut aussi en assurer l'entretien. Les poussières qui s'y accumulent peuvent au bout d'un certain temps encrasser le filtre. On ne songe jamais à la grande quantité d'air qui peut passer dans le moteur du tracteur. Lorsqu'on a brûlé 1 litre d'essence, il est passé dans le moteur : 9.000 litres d'air. C'est-à-dire que dans une journée de travail de 10 heures, le tracteur a besoin d'environ 550.000 litres d'air, soit le volume d'une maison d'un étage et de 8 mètres de façade. C'est pourquoi, dans les manuels d'entretien, il est recommandé de vérifier *tous les jours* l'état du filtre à air.

Il y a différents types de filtres à air :

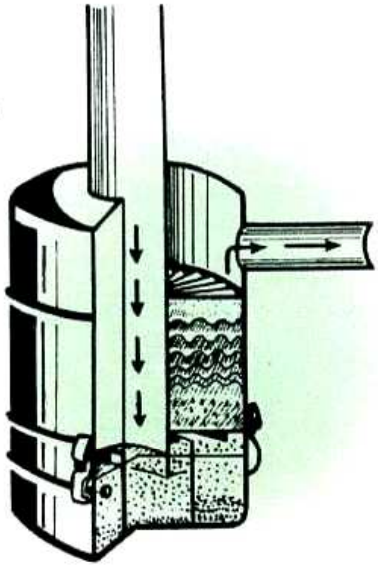
1° Le filtre à air sec est communément utilisé accouplé avec un filtre à bain d'huile. Sa fonction est de purifier l'air avant son entrée dans le filtre à huile.

Il n'offre pratiquement aucun obstacle au passage de l'air qui, se heurtant aux déflecteurs, tourbillonne rapidement, expulsant ainsi, par force centrifuge, les plus grosses particules de poussières qu'il contient.

2° Dans le deuxième type de filtre, l'air aspiré par le moteur rencontre un élément fibreux imprégné d'huile. L'élément est poreux, de telle sorte que l'air peut passer au travers et se rendre ensuite vers le carburateur. Mais



Filtre à éléments imprégnés d'huile.



Filtre à bain d'huile.

les particules de poussières restent sur la surface huileuse, comme des mouches sur un attrape-mouches. Les éléments s'obstruent et au bout d'un certain temps, il est nécessaire de les retirer, de les laver au pétrole, de les sécher et de les réimbiber d'huile neuve.

3° Le troisième type est dit « à bain d'huile ». L'air est aspiré à travers le bain d'huile. En y barbottant il se débarrasse des particules de poussières qu'il contient. Les gouttelettes d'huile qui se trouvent entraînées, ainsi que les quelques poussières qui peuvent rester, sont arrêtées ensuite par un écran qui agit comme un tamis. Et l'air qui arrive au moteur est ainsi parfaitement épuré.

La surveillance de ce genre de filtre est très importante et les règles suivantes sont à observer :

1° Changer l'huile du filtre au moment indiqué dans le manuel d'entretien.

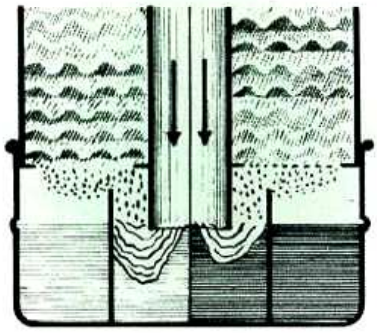
2° Utiliser la qualité d'huile correspondant à celle préconisée. Une huile trop épaisse réduit le passage de l'air qui, de ce fait, ne se trouve pas être épuré correctement.

Par contre une huile trop fluide peut se trouver aspirée par le moteur et brûlée inutilement.

3° Toujours remplir le bain d'huile jusqu'à la marque indiquée. Au-dessous du niveau, l'air passe sans être épuré; au-dessus, le passage de l'air est ralenti.

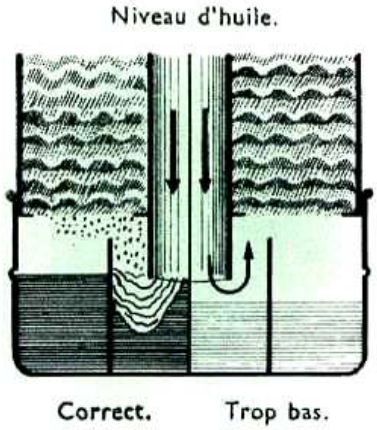
4° Ne jamais utiliser les vidanges du carter pour remplir le bain d'huile, notamment les vidanges venant d'un moteur à pétrole.

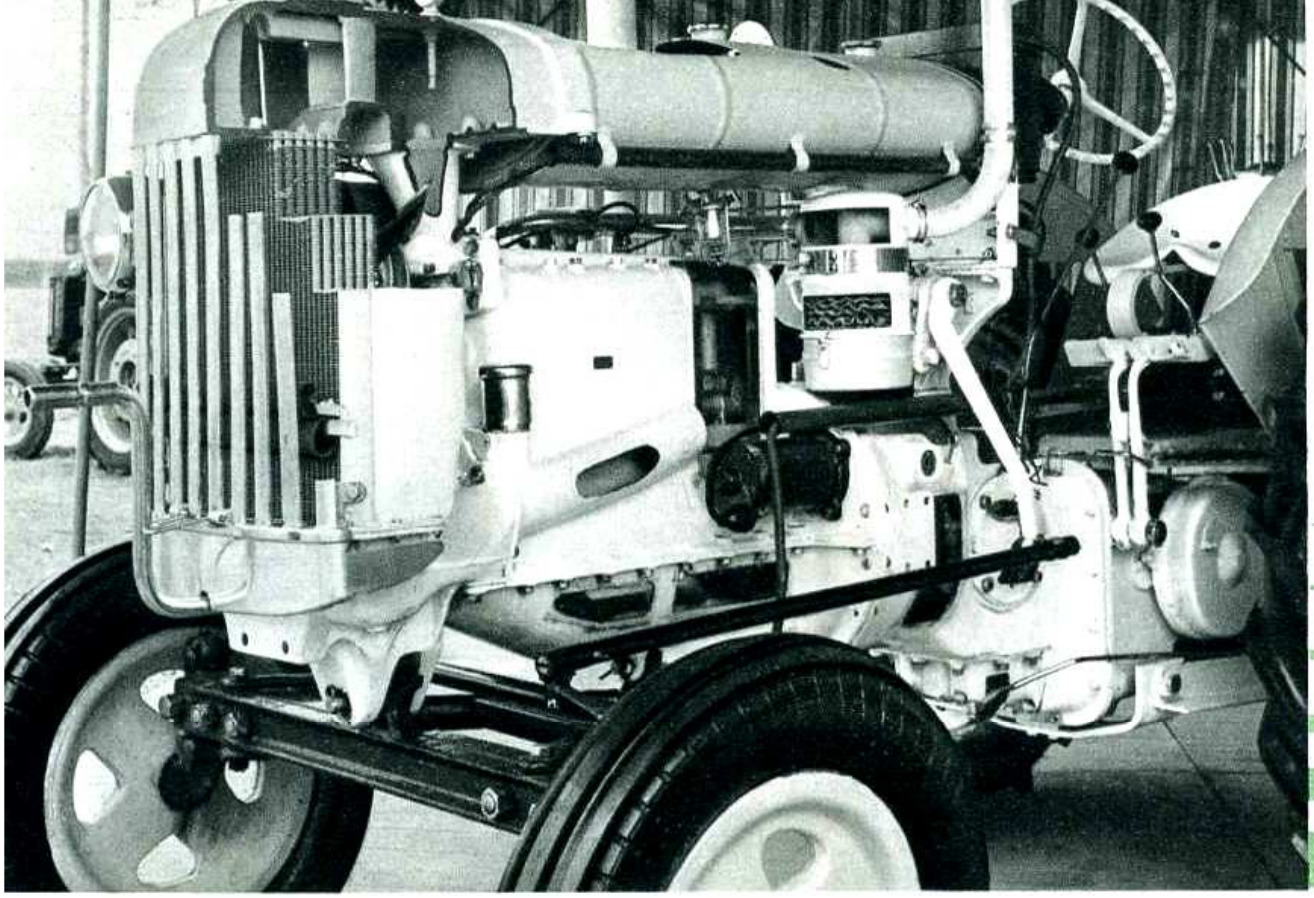
Lorsqu'on fait une révision du tracteur, le filtre à air doit être enlevé, examiné et lavé avec du carburant.



Bonne huile. Huile trop visqueuse.

Après remontage, il faut examiner soigneusement les connexions. Il est beaucoup plus facile à l'air de passer à travers un joint défectueux qu'à travers le filtre. Une fuite peut facilement échapper à l'œil et insensiblement causer de grands dommages en provoquant une usure prématurée du moteur.





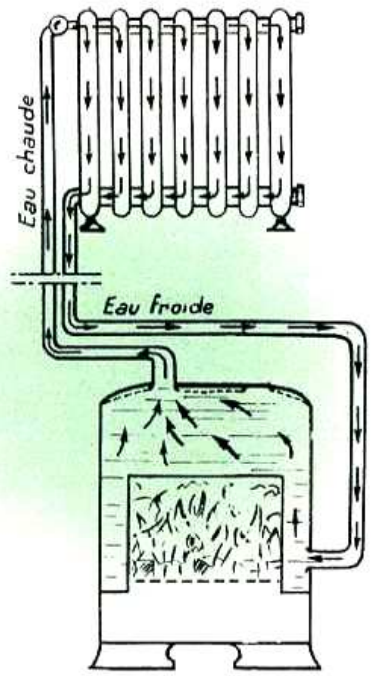
CHAPITRE III

Le circuit de refroidissement

La température à l'intérieur de la chambre de combustion est de l'ordre de 1.800 à 2.000° lorsque l'essence brûle, et, comme plus d'un tiers de cette chaleur est transmis par les parois du cylindre, il est nécessaire de refroidir le moteur; sinon, on atteindrait vite des températures élevées dans la culasse et le piston pourrait fondre. Il y a deux méthodes pour assurer le refroidissement : par *air* ou *par eau*.

Sur certains tracteurs le refroidissement s'opère par eau. Sa circulation est assurée de façon continue à l'intérieur du bloc moteur, tant autour des cylindres que des chambres de combustion.

Lorsqu'on fait chauffer de l'eau, l'eau chaude monte et l'eau froide descend pour venir la remplacer. De même, dans le moteur, l'eau s'échauffe au contact des cylindres et de la culasse; elle monte, sort par une canalisation située à la partie haute du bloc moteur et s'en va vers le radiateur. L'eau froide qui se trouvait dans le radiateur entre alors par le bas du bloc moteur pour venir remplacer l'eau chaude. La circulation se fait ainsi naturellement comme dans une bouilloire. Ce système est encore en pratique sur un certain nombre de moteurs, c'est le système dit à *thermo-siphon*.

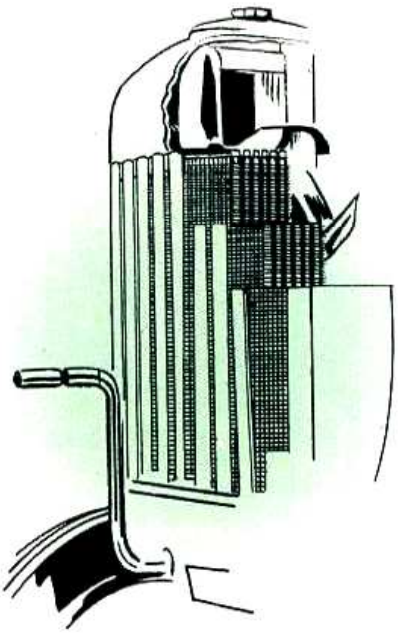


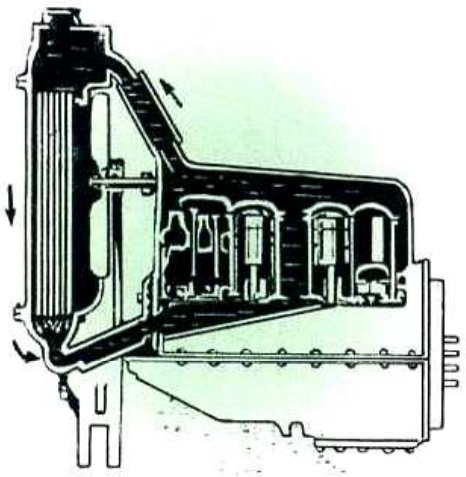
...l'eau chaude monte et l'eau froide descend...

Pour que l'eau ne bouille pas, elle passe dans le radiateur. Celui-ci est composé de petits canaux autour desquels circule un courant d'air produit par le ventilateur. L'eau se trouve ainsi refroidie et prête à revenir autour des cylindres.

Sur les moteurs actuels, il existe généralement une pompe accélérant la circulation de l'eau qui, de ce fait, ne peut se mettre en ébullition en un point quelconque du bloc moteur.

Sur certains moteurs, il a été procédé à l'adjonction d'un *thermostat*, appareil bloquant la circulation générale durant le temps nécessaire à l'échauffement, jusqu'à une certaine température, de l'eau se trouvant dans les parois entourant les cylindres.





Circulation d'eau par thermo-siphon.

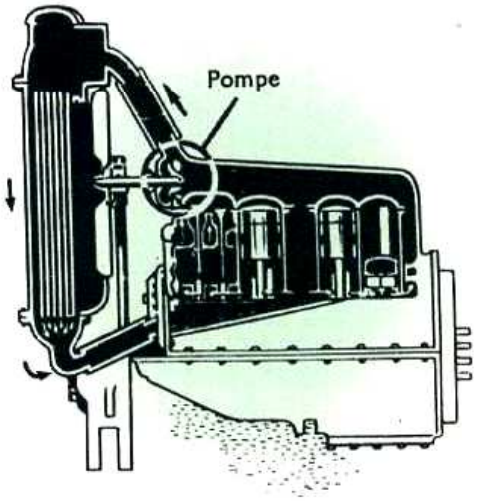
En hiver, par temps très froid, il est nécessaire de vidanger le circuit de refroidissement si l'on ne veut pas que l'eau gèle, lorsque le tracteur est arrêté, *notamment la nuit*.

Pour éviter cet inconvénient, on peut ajouter de l'alcool, de la glycérine ou de l'éthyl-glycol à l'eau de refroidissement.

Le tableau ci-dessous donne les pourcentages à utiliser :

TEMPÉRATURE DE CONGÉLATION	GLYCÉRINE NEUTRE	GLYCOL	ALCOOL
— 5° C	20 %	15 %	15 %
— 10° C	30 %	25 %	25 %
— 15° C	35 %	30 %	35 %

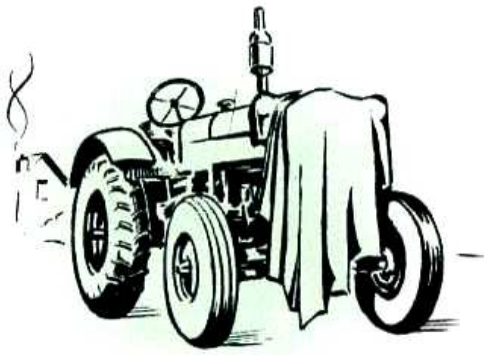
La glycérine et l'éthyl-glycol ne s'évaporant pas, il suffira d'ajouter de l'eau pour faire le plein du radiateur. Par contre, l'alcool s'évaporant, lorsqu'on fera le plein il faudra rajouter un mélange d'eau et d'alcool en respectant les proportions du mélange initial.



Circulation d'eau par pompe.

En hiver, pendant le fonctionnement du tracteur, il est bon aussi de mettre un écran devant le radiateur, dès que la température descend au-dessous de 10° centigrades.

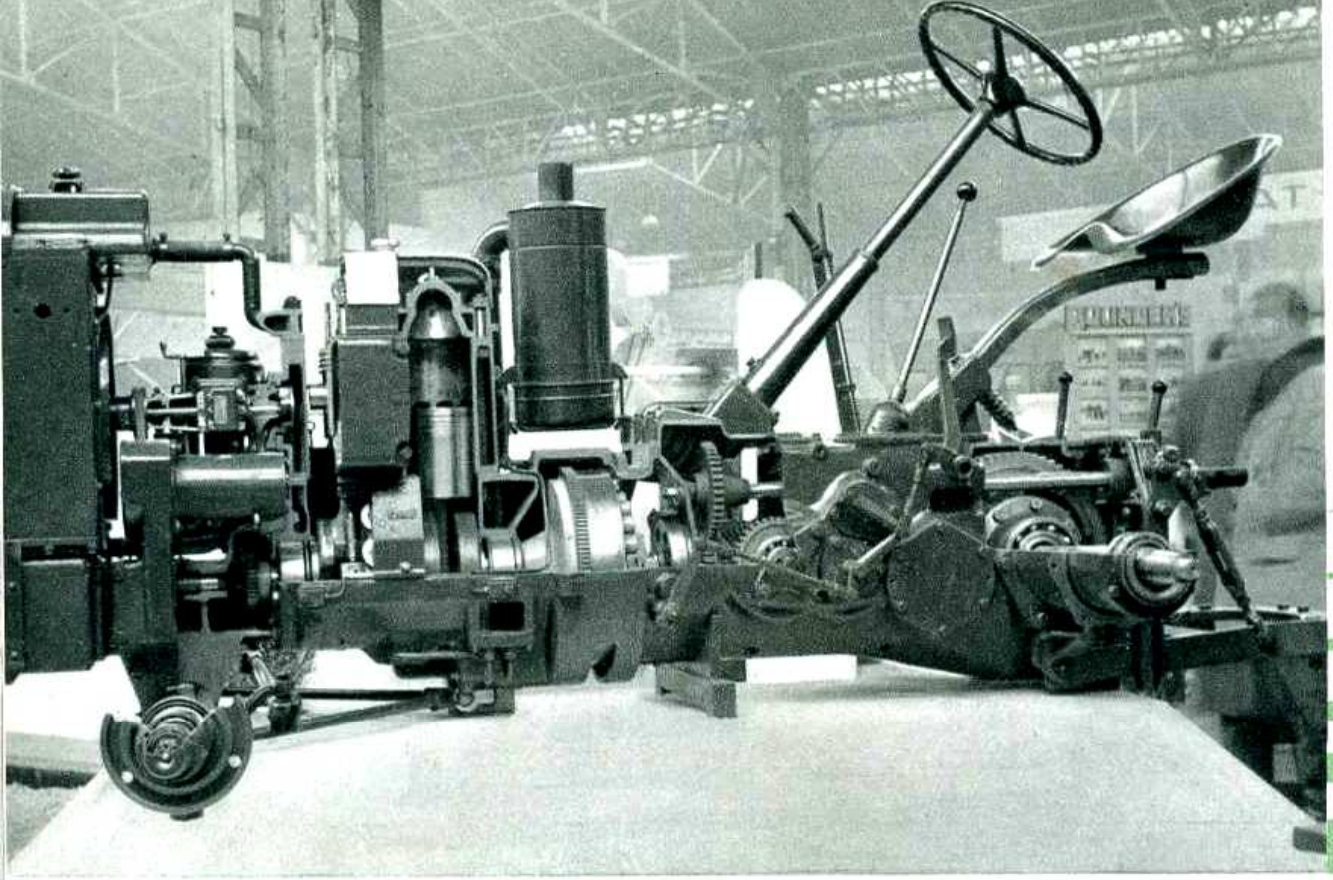
La température normale de fonctionnement d'un moteur refroidi à l'eau est de l'ordre de 70° C.



Dès que l'on est à l'arrêt il faut couvrir le radiateur, de manière à maintenir le moteur chaud, aussi longtemps que possible. Le démarrage en sera facilité par la suite.

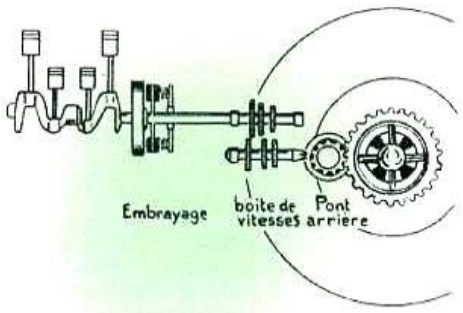
Sur d'autres tracteurs le refroidissement est obtenu directement par l'air. Pour cela le cylindre (ou la chemise) et la culasse sont garnis d'ailettes, et une turbine (ou un ventilateur) envoie de l'air sur ces ailettages.

Les ailettes ont pour but d'augmenter la surface de contact entre l'air et les parties à refroidir, et par conséquent de faciliter l'évacuation de la chaleur. Ce procédé qui dans le temps était réservé aux petits moteurs de faibles puissances, a tendance à se répandre, que cela soit dans le domaine du moteur à essence ou du moteur Diesel.



CHAPITRE IV

La transmission



Comment est assurée la transmission du mouvement du moteur aux roues ?

Par 3 organes principaux :

— l'EMBRAYAGE,
— la BOITE DE VITESSES,
— le PONT ARRIÈRE.

I. L'embrayage

L'embrayage est un organe reliant le moteur à la boîte de vitesses, qui permet à volonté de transmettre le mouvement du moteur aux roues, ou d'isoler le moteur de la transmission.

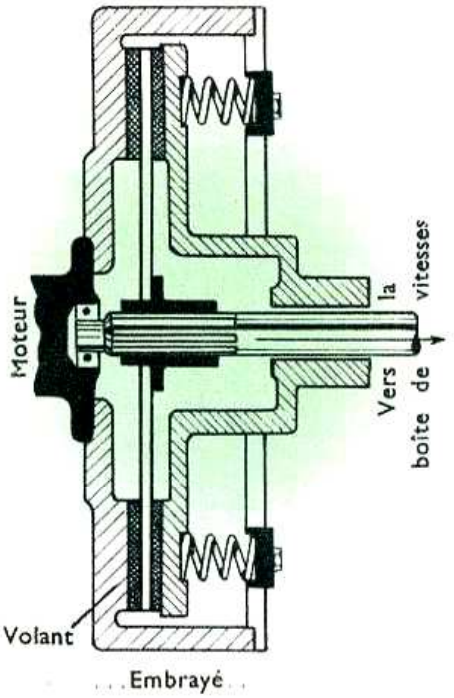
Les embrayages actuellement employés sont à disque simple ou à disques multiples. Ils se composent essentiellement d'un disque en tôle d'acier sur lequel sont rivées deux garnitures en tissu spécial à base d'amiante. Ce disque garni est serré contre le volant du moteur par un plateau poussé par plusieurs forts ressorts.

Lorsque le disque est ainsi serré contre le volant, le moteur est embrayé et entraîne les roues par l'intermédiaire de la transmission.

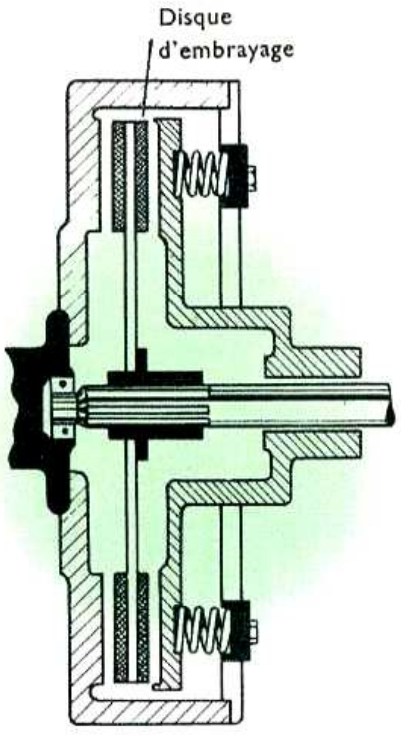
Pour débrayer, par l'action de la pédale de débrayage, on écarte le plateau qui était poussé par les ressorts, en sorte que le disque garni, ne se trouvant pas serré contre le volant, est libéré.

Dans cette position le moteur peut donc tourner sans entraîner le reste de la transmission.

Dans l'entretien de cet organe, il faut veiller à ne pas mettre d'huile sur les garnitures, sinon l'*embrayage patine*, c'est-à-dire que, malgré la pression des ressorts, le volant et le disque garni glissent l'un sur l'autre et le mouvement du moteur ne peut être transmis aux roues.



...Embrayé...



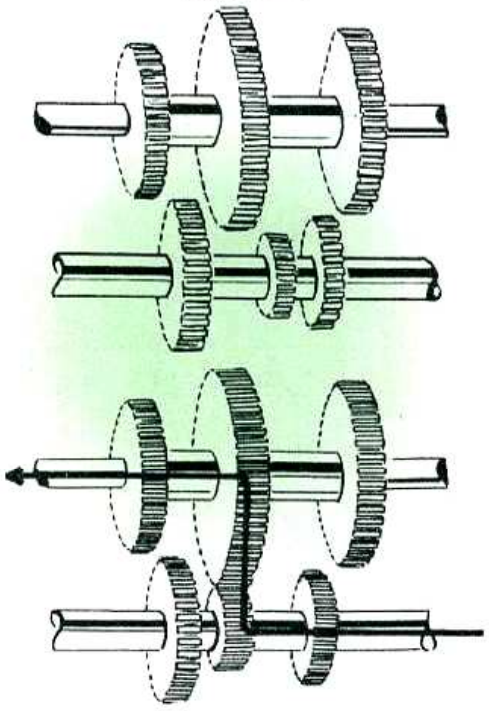
...débrayé...

II. La boîte de vitesses

C'est un organe placé à la suite de l'embrayage et qui permet d'adapter l'effort du moteur au travail demandé au tracteur. Il permet en plus, la marche arrière.

Sur les tracteurs agricoles on compte 4, 5, 6 vitesses et parfois davantage.

Point mort.



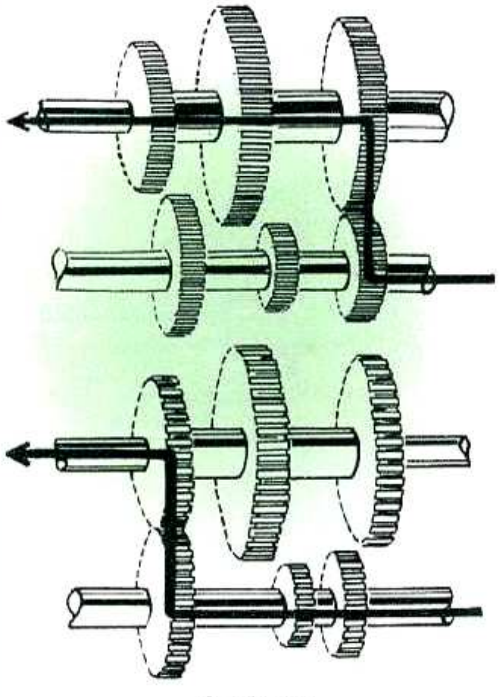
1re vitesse.

Une boîte de vitesses se compose de deux arbres : un *arbre primaire* relié au moteur par l'embrayage, un *arbre secondaire* qui transmet le mouvement au pont arrière. Sur ces arbres il y a une série d'engrenages correspondant aux besoins d'utilisation : les uns donnant de la vitesse et un effort de traction faible, les autres un effort de traction élevé et une vitesse réduite.

A la différence de la boîte de vitesse d'une voiture qui sert à passer du démarrage à la marche normale en changeant plusieurs fois de vitesse, sur un tracteur, on choisit dès le départ la « vitesse » qui convient : 1re ou 2e pour les labours, 3e ou 4e pour les transports par exemple. On maintient la vitesse appropriée au travail prévu.

Lorsqu'on met le levier du changement de vitesse sur la position 2e par exemple, cela correspond à déplacer les engrenages de l'arbre primaire de façon que le pignon de 2e vitesse de cet arbre vienne s'engrener avec celui correspondant de l'arbre secondaire. Il en est de même pour les autres vitesses.

2e vitesse.



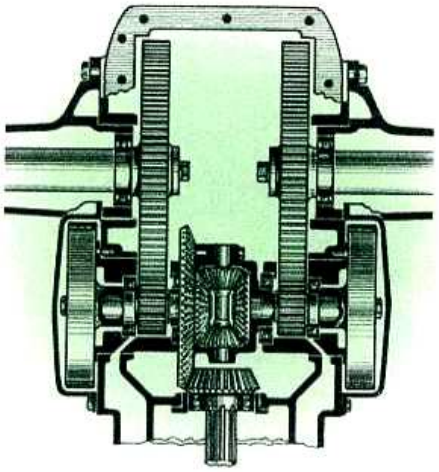
3e vitesse.

Sur une boîte à 4 vitesses, montée sur un tracteur à quatre roues (deux arrières motrices), d'un poids total de 2.000 kg. dont 1.350 kg. sur l'essieu arrière, on peut avoir par exemple :

— en 1re une vitesse maximum de 3 km. à l'heure avec un effort à la barre de 1.300 kg.

— en 2e une vitesse maximum de 5 km. à l'heure avec un effort à la barre de 1.200 kg.

— en 3e une vitesse maximum de 7 km. à l'heure avec un effort à la barre de 900 kg.



— la 4e vitesse est celle de déplacement sur une route permettant de faire au maximum 27 km. à l'heure.

Ces indications ne constituent qu'un ordre de grandeur, variable selon les conditions du terrain.

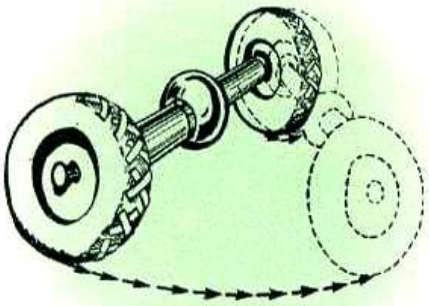
III. Le pont arrière

Le pont arrière d'un tracteur comprend, en général, un *réducteur* et un *différentiel*, leur position respective étant variable.

Le réducteur est un système d'engrenage qui sert d'intermédiaire entre la boîte de vitesses et le différentiel, ou entre le différentiel et les roues, de manière à transmettre les mouvements du moteur aux roues, à une vitesse convenable et sans efforts excessifs pour la boîte de vitesses.

Voyons comment fonctionne le différentiel. C'est l'organe du pont qui permet aux roues motrices de tourner à des vitesses différentes dans les virages.

Il est constitué par deux pignons *planétaires* solidaires des axes des roues, et des pignons *satellites*; ce sont ces pignons satellites qui sont entraînés par le boîtier de différentiel et qui entraînent à leur tour les planétaires et les roues.



Pour en comprendre le fonctionnement, comparons les planétaires à deux crémaillères et les satellites à une roue dentée engrenant avec les deux crémaillères.

Lorsqu'on tire sur la roue dentée, on voit que l'on entraîne les deux crémaillères. Supposons que l'on

retienne avec la main la crémaillère de droite, à ce moment la roue dentée roule sur celle-ci et la crémaillère de gauche se trouve entraînée à une vitesse deux fois plus grande.

C'est ainsi que fonctionne le différentiel : lorsqu'on est en ligne droite, la résistance sur chaque roue est la même et les deux roues tournent à la même vitesse; si une résistance plus grande se fait sentir sur une roue, l'autre se met à tourner plus vite, c'est le cas dans les virages ou lorsqu'une des roues patine.

Certains tracteurs ont un dispositif de blocage du différentiel dont le but est d'éviter le « patinage » des roues sur terrain gras, pendant le labour en particulier, lorsque les deux roues ne rencontrent pas la même adhérence.

Édité par
Service Agricole
SHELL BERRE
*42, rue Washington, Paris-VIII*e